



shra
Sugar Research
Australia



KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN LITBANG PERTANIAN



IPB

Presiding
SEMINAR NASIONAL
STATUS DAN INOVASI
TEKNOLOGI TANAMAN TEBU

AULA JATROPHA - 15 NOVEMBER 2018
BALAI PENELITIAN TANAMAN PEMANIS DAN SERAT
Jl. Raya Karangploso Km.4, Malang 65152

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
STATUS DAN INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN TEBU**

Inovasi Teknologi *on Farm* Tebu untuk Mendukung Upaya Pemenuhan
Kebutuhan dan Swasembada Gula Nasional

Aula Jatropha - Balittas, Malang, 15 November 2018



Penerbit:

**Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian**

PROSIDING SEMINAR NASIONAL STATUS DAN INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN TEBU

Cetakan I 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang
Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, 2020

Katalog dalam terbitan

BALAI PENELITIAN TANAMAN PEMANIS DAN SERAT

Prosiding Seminar Nasional Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu "Inovasi Teknologi *on Farm* Tebu untuk Mendukung Upaya Pemenuhan Kebutuhan dan Swasembada Gula Nasional"//PENYUNTING, BUDI HARIYONO [*ET AL.*]. –MALANG: BALITTAS, 2020.
xii, 229 hlm.: bibl.; ill.; 30 cm

1. Tebu 2. Produktivitas 3. Swasembada Gula
I Judul II. Subiyakto

633.61

Penanggung Jawab	: Kepala Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Tim penyunting	
Ketua	: Budi Hariyono
Anggota	: Subiyakto Bambang Heliyanto Mohammad Cholid Titiek Yulianti Rully Dyah Purwati Gatot Suharto Abdul Fatah Heri Prabowo
Redaksi Pelaksana	: Esti Sunaryuni Kristiana Sri Wijayanti Mala Murianingrum Elda Nurnasari Miatun Garusti
Perancang grafis	: Syaiful Bahri
Setting/Layout	: Isa Sukresna

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Jalan Raya Karangploso km 4, Malang 65152
Telp: +62 341 491447, Faks.: +62 341 485121

Alamat Redaksi:

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jalan Raya Karangploso km 4, Malang 65152
Telp: +62 341 491447, Faks.: +62 341 485121
e-mail: balittas@litbang.pertanian.go.id / balittas.malang@gmail.com

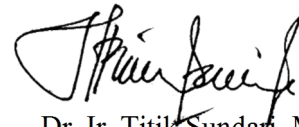
KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat yang dilimpahkan-Nya sehingga Prosiding Seminar Nasional Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu yang diselenggarakan di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) pada tanggal 15 November 2018 telah terbit. Seminar Nasional Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu ini merupakan salah satu rangkaian acara diseminasi laporan akhir kegiatan proyek kerjasama ACIAR HORT/2012/083 antara Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Institut Pertanian Bogor (IPB), dan Sugar Research Australia (SRA) dan sekaligus diseminasi teknologi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan), Kementerian Pertanian.

Dukungan dari Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan serta kontribusi para peserta seminar sangat berperan dalam memperlancar penerbitan Prosiding Seminar Nasional Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu ini.

Pada kesempatan ini kami juga mengucapkan terima kasih kepada para dewan redaksi dan redaksi pelaksana yang telah bekerja keras mewujudkan prosiding ini. Semoga Prosiding Seminar Nasional Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu ini memberikan manfaat bagi semua pihak yang terkait dalam pengembangan tanaman tebu.

Malang, 7 Februari 2020



Dr. Ir. Titik Sundari, MP
Kepala Balittas

DAFTAR ISI

I	KATA PENGANTAR	iii
II	DAFTAR ISI	iv
III	LAPORAN KETUA PANITIA	vii
IV	SAMBUTAN DAN PEMBUKAAN KA BALITBANGTAN	ix
V	RUMUSAN	xi
VI	MAKALAH UTAMA	
UT-1	INOVASI TEKNOLOGI <i>ON FARM</i> PADA TANAMAN TEBU Budi Hariyono dan Subiyakto	1
UT-2	PERUBAHAN JENIS DAN STATUS HAMA PADA TANAMAN TEBU DI INDONESIA Subiyakto, Dwi Adi Sunarto, dan Titiek Yulianti	14
UT-3	STATUS PENYAKIT TEBU DI INDONESIA Titiek Yulianti	20
UT-4	METODE DETEKSI <i>SUGARCANE STREAK MOSAIC VIRUS (SCSMV)</i> Sri Hendrastuti Hidayat	22
UT-5	DISTRIBUSI HAMA DAN PENYAKIT PENTING DI INDONESIA Etik Achardian	29
UT-6	CARA PENULARAN, EPIDEMIOLOGI DAN KEHILANGAN HASIL Ari Kristini	30
VII	MAKALAH PENUNJANG	
	PEMULIAAN	
PK-1	PENAPISAN TOLERAN SALINITAS MUTAN TEBU PUTATIF HASIL MUTASI DAN SELEKSI IN VITRO Rossa Yunita, Rr Sri Hartati, Sri Suhesti, dan Syafaruddin	37
PK-2	PENGARUH MEDIA SIMPAN TERHADAP PRESENTASE DAYA TUMBUH BENIH MATA TUNAS TUNGGAL TEBU DI PERSEMAIAN DAN FAKTOR PENENTU DAYA TUMBUHNYA Wawan Sulistiono dan Taryono	51
PK-3	IDENTIFIKASI KULTIVAR TEBU (<i>Saccharum Officinarum</i> L.) UNGGUL TINGGI SUKROSA DAN TOLERAN CEKAMAN KEKERINGAN, SALINITAS SERTA OKSIDATIF BERDASARKAN PENANDA MOLEKULER. Rina Sri Kasiamdaria, Ganies Riza Aristya, Heri Prabowo, Febri Yuda Kurniawan, dan Dea Febiansi	62
PK-4	DAYA TUMBUH BENIH SEBAGAI INDIKATOR AWAL KEBERHASILAN PERSILANGAN INTER DAN INTRASPESIFIK TEBU (<i>Saccharum</i> spp.)..... Mala Murianingrum, Abdurakhman, Bambang Heliyanto	72
PK-5	SELEKSI MUTAN SOMAKLON TEBU POTENSIAL TERHADAP KERACUNAN ALUMINIUM Ragapadmi Purnamaningsih Ika, Mariska, Deden Sukmadjaja, Suci Rahayu, dan Fadjry Djufry	83

PK-6	VALIDASI METODA KULTUR JARINGAN PADA DELAPAN MUTAN SOMAKLON TEBU UNGGUL.....	91
	Suci Rahayu, Deden Sukamadja, Ika Mariska, dan Ragapadmi Purnamaningsih	
PK-7	PELUANG PENGEMBANGAN KOLEKSI TEBU LIAR KEBUN RAYA PURWODADI SEBAGAI TETUA DALAM PEMULIAAN TEBU.....	99
	Janis Damaiyani	
	BUDIDAYA TANAMAN	
BD-1	KEBIJAKAN TANAMAN TEBU TERHADAP BUDAYA DAN BUDIDAYA DI LAHAN KERING	105
	Zainol Arifin	
BD-2	KINERJA PRODUKSI TEBU PADA BERBAGAI TEKNOLOGI SISTEM TANAM DI KABUPATEN BLORA JAWA TENGAH	119
	Budi Hartoyo dan Harwanto	
BD-3	PENGKAYAAN VINASE DENGAN KONSORSIUM MIKROBA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN SERTA PRODUKTIVITAS TANAMAN TEBU (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	128
	Sandi Gunawan, Purnomo Aji, Ariel Hidayat	
BD-4	PENGARUH PUPUK HAYATI ENERO TERHADAP PRODUKTIVITAS TANAMAN TEBU (<i>Saccharum Officinarum</i> L.) DI LAHAN KERING	134
	Ariel Hidayat, Andria M. Wicaksono, Sandi Gunawan	
	HAMA DAN PENYAKIT	
HP-1	RESPON VARIETAS TEBU TERHADAP DUA METODE INOKULASI TELIOSPORA JAMUR LUKA API <i>Sporisorium Scitamineum</i>	140
	Nurul Hidayah	
HP-2	PEMBUATAN PIAS <i>Trichogramma spp</i> DENGAN METODE KAPSUL.....	148
	Sabar Dwi Komarrudin	
HP-3	UJI DOSIS APLIKASI <i>Trichogramma spp.</i> DI KEBUN HGU PABRIK GULA PESANTREN BARU, PT PERKEBUNAN NUSANTARA X	153
	Sabar Dwi Komarrudin	
HP-4	PERKEMBANGAN <i>Trichogramma spp.</i> DI LABORATORIUM DAN EVALUASI KEBERADAAN DI LAPANG	158
	Sabar Dwi Komarrudin dan Muhammad Aziz Saifuddin	
HP-5	UJI DAYA HASIL LANJUTAN BEBERAPA KLON HARAPAN TEBU (<i>Saccharum officinarum</i> L.) HASIL PERSILANGAN DI KEBUN BLIJO, PG WATOETOELIS, SIDOARJO.....	164
	Alfarina Kardiana Sari, Purnomo Aji, Ign. Hery Krisanto, Andik Yuliantoro, Adam Muradianto	
HP-6	PENYAKIT HAWAR SKLEROSIA PADA TEBU DAN PENGENDALIANNYA DENGAN TRICHODERMA	172
	Nurul Hidayah, Titiek Yulianti, dan Kristiana Sriwijayanti	
HP-7	PENGARUH PERLAKUAN AIR PANAS PADA BAGAL ATAU BUDCHIP YANG DITANAM DALAM JURING GANDA/TUNGKAL TERHADAP KEJADIAN PENYAKIT TEBU.....	179
	Supriyono, Titiek Yulianti, dan Cece Suhara	

HP-8	TINGKAT KEPARAHAN PENYAKIT LUKA API PADA 20 GALUR HARAPAN TEBU DAN VARIETAS	186
	Kristiana Sriwijayanti dan Titiek Yulianti	
HP-9	PENYAKIT LUKA API TEBU: POTENSI PENYEBARAN DAN MANAJEMEN PENGENDALIANNYA DI SULAWESI TENGGARA	191
	Cipto Nugroho	
HP-10	PENGELOLAAN HAMA DAN PENYAKIT TERPADU TERHADAP KONSISTENSI TINGKAT SERANGAN HAMA PENGGEREK DAN PENYAKIT LUKA API DI KEBUN HGU PT PERKEBUNAN NUSANTARA X	199
	Dita Widi Atmaja	
	ALSINTAN	
AL-1	ALAT DAN MESIN DALAM BUDIDAYA TEBU SISTEM <i>BUD CHIP</i>	204
	Gatot Suharto Abdul Fatah, Supriyadi	
	PASCA PANEN	
PP-1	PENGEMBANGAN INDUSTRI GULA BERKELANJUTAN	214
	Hotnida Nainggolan	
VIII	LAMPIRAN	220
IX	JADWAL ACARA.....	221
X	DAFTAR HADIR.....	222
XI	SUSUNAN PANITIA	229

LAPORAN PELAKSANAAN SEMINAR NASIONAL STATUS DAN INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN TEBU Malang, 15 November 2018

Assalaamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakaatuh

Yang terhormat

Bapak Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian atau yang mewakili

Bapak Direktur Tanaman Semusim dan Rempah, Direktorat Jenderal Perkebunan atau yang mewakili

Bapak Direktur Perlindungan Tanaman Perkebunan atau yang mewakili

Bapak Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan atau yang mewakili

Bapak Direktur Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia, PT. Perkebunan Nusantara dan Perusahaan Perkebunan lainnya atau yang mewakili

Para Kepala Dinas Perkebunan Propinsi dan Kabupaten atau yang mewakili

Para Kepala Unit Pelaksana Teknis Kementerian Pertanian atau yang mewakili

Hadirin para undangan dan Peserta Seminar Nasional yang saya hormati

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah swt. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kita dapat berkumpul untuk mengikuti Seminar Nasional pada tanggal 15 November 2018 di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Semoga Allah SWT selalu memberikan petunjuk dan karuniaNya sehingga seminar ini dapat berjalan dengan baik. Amin ya robbal a'lam.

Bapak Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan hadirin yang kami hormati, Seminar Nasional bertemakan “**Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu**” yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan ketersediaan inovasi teknologi budi daya tebu, serta aspek pendukung lainnya untuk meningkatkan produktivitas tebu secara nasional yang diikuti oleh sekitar 153 orang. Peserta seminar terdiri atas para ahli, praktisi, *stake holder*, dan pemerhati agribisnis tebu yang meliputi peneliti, dosen, penyuluh, dinas, pengusaha, petugas lapang, petani, dan berbagai kalangan yang bergerak dalam agribisnis tebu. Seminar ini merupakan salah satu rangkaian acara diseminasi laporan akhir kegiatan proyek kerjasama ACIAR HORT/2012/083 antara Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Institut Pertanian Bogor (IPB), dan Sugar Research Australia (SRA) dan sekaligus diseminasi teknologi Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertanian.

Seminar ini akan berlangsung sehari penuh dan mudah-mudahan memberikan hasil rumusan dan menghimpun informasi teknologi yang mampu memacu program pengembangan tebu terutama dalam menghadapi perubahan status hama dan penyakit tanaman tebu.

Hadirin dan Undangan yang kami hormati. Dalam seminar ini akan disampaikan 6 (enam) makalah utama dan beberapa makalah penunjang.

Makalah utama yang akan dipresentasikan adalah sebagai berikut :

1. Inovasi Teknologi *On Farm* pada Tanaman Tebu
2. Perubahan Jenis dan Status Hama pada Tanaman Tebu di Indonesia
3. Status Penyakit Tebu di Indonesia

4. Metode Deteksi Sugarcane Streak Mosaic Virus (SCSMV)
5. Distribusi Hama dan Penyakit Penting di Indonesia
6. Cara Penularan, Epidemiologi dan Kehilangan Hasil

Sedangkan makalah penunjang dipresentasikan dalam bentuk poster berupa hasil-hasil penelitian dan review tanaman tebu.

Selain itu untuk memeriahkan Seminar Nasional, juga dilaksanakan pameran produk pertanian yang diikuti oleh 19 peserta yang menampilkan traktor pertanian, alat-alat laboratorium, produk unggulan beberapa lembaga riset, oleh-oleh khas Malang, dan beberapa stand UMKM.

Hadirin dan undangan yang kami hormati

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam pelaksanaan seminar ini. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada seluruh peserta yang telah berpartisipasi dalam seminar ini. Kami telah berusaha menyiapkan dan menyelenggarakan seminar ini sebaik-baiknya. Namun demikian, jika dalam penyelenggaraan seminar ini ada kekurangan dan hal-hal lain yang tidak berkenan di hati bapak ibu sekalian, atas nama panitia kami mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Akhirnya, atas nama panitia kami mohon perkenan Kepala Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Dr. Ir. Mohammad Cholid, MSc. untuk menyampaikan sambutan dan membuka acara seminar ini secara resmi.

Demikian laporan kami, terimakasih atas perhatiannya

Wassalamua 'laikum wa rahmatullahi wa barakaatuh

Malang, 14 November 2018.

Heri Prabowo, S.Si., MSc.

Ketua Panitia

KATA SAMBUTAN
KEPALA PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PERKEBUNAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN

Bismillahirrohmaanirohiim

Yang terhormat

Direktur Tanaman Semusim dan Rempah, Ditjenbun atau yang mewakili

Direktur Perlindungan Tanaman Perkebunan, Ditjenbun atau yang mewakili

Direktur Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) beserta para peneliti

Para Direksi PT Perkebunan Nusantara atau yang mewakili beserta staf

Direksi PT/PG yang bergerak dalam bidang gula di Jawa dan Luar Jawa, dan

Para undangan lainnya

Assalamu'alaikum warohmatullah wabarokaatuh

Bapak Ibu yang berbahagia,

Berkat rahmat Allah kita semua bisa hadir pada acara seminar sehari proyek kerjasama ACIAR HORT/2012/083. Proyek ini merupakan kerjasama antara SRA (Sugar Research Australia), Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), dan Institut Pertanian Bogor (IPB) yang secara resmi dimulai pada Oktober 2014, namun kegiatan penelitian dimulai awal tahun 2016 dan berakhir pada akhir tahun 2018. Fokus utama kegiatan penelitian ini adalah *Pengendalian Terpadu Penyakit Mosaik Bergaris pada Tebu di Indonesia*. Namun, pada kesempatan ini selain membahas hasil-hasil penelitian penyakit Mosaik Bergaris pada tebu yang meliputi:

1. Deteksi Penyakit Mosaik Bergaris
2. Sebaran Penyakit Mosaik Bergaris di Perkebunan Tebu di Jawa Barat (Subang, khususnya), Sumatera, dan Sulawesi.
3. Epidemiologi dan Kehilangan Hasil Akibat Penyakit Mosaik Bergaris
4. Cara Penularan Penyakit Mosaik Bergaris dan Kemungkinan Serangga Yang Berasosiasi
5. Uji Ketahanan Varietas Tebu terhadap Penyakit Mosaik Bergaris

akan dibahas pula inovasi teknologi hasil penelitian serta gagasan dari Balittas, status hama dan penyakit tebu dan pengelolaannya.

Bapak ibu yang kami hormati,

Sejak tahun 2011, Balittas mendapatkan mandat tambahan komoditas tanaman pemanis (tebu, stevia dan bit) dari pemerintah melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 63/Permentan/OT.140/10/2011 untuk ikut mendukung terciptanya swasembada gula melalui inovasi teknologi yang berorientasi kepada peningkatan kesejahteraan rakyat. Tentu saja mandat ini akan lebih mudah kami kerjakan kalau berbagai pihak yang terkait bahu membahu bekerjasama mewujudkan target pemerintah tersebut. Untuk itulah sejak penanda tanganan *Memorandum of Subsidiary Arrangement* oleh Badan Litbang Pertanian, dan ACIAR pada tanggal 7 dan 16 Oktober 2014, kami Balittas berkomitmen untuk mendukung terjalannya kerjasama penelitian *Integrated Disease Management of Sugarcane Streak Mosaic in Indonesia*.

Sebagaimana kita ketahui penyakit mosaik bergaris, yang disebabkan oleh SCSMV, merupakan penyakit yang relatif baru. Penyakit mosaik bergaris merupakan penyakit eksotik yang masuk ke Indonesia bersamaan dengan masuknya benih tebu yang terinfeksi. Survei lapangan yang dilakukan

P3GI pada tahun 2008/2009 menemukan sekitar 30% perkebunan tebu milik 28 pabrik gula di Jawa bergejala mosaik bergaris dan varietas PS864 merupakan varietas yang paling rentan. Saat ini penyakit mosaik bergaris sudah menyebar di 59 perkebunan tebu di Jawa dengan tingkat keparahan penyakit 1-62%.

Bapak ibu yang kami hormati,

Sebagaimana kita ketahui, tebu merupakan komoditas utama yang dapat digunakan sebagai bahan baku gula. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan gula nasional, akselerasi peningkatan produksi gula dirancang dalam tiga tahap pendekatan sasaran, yaitu:

1. Kecukupan kebutuhan gula untuk konsumsi masyarakat
2. Terpenuhinya kebutuhan gula untuk konsumsi industri dan
3. Pengembangan produk samping berbasis bahan baku tebu

Untuk memperkuat pencapaian sasaran terpenuhinya kebutuhan untuk konsumsi dan industri, perlu implementasi program intensifikasi untuk meningkatkan produksi dan rendemen gula. Program ekstensifikasi pengembangan tebu membutuhkan areal seluas 430.000 ha dan hal ini perlu didukung dengan pemetaan areal dan varietas unggul yang sesuai. Namun, dalam pencapaian produksi, adanya serangan hama dan penyakit akan menjadi kendala pemenuhan target peningkatan produksi sebagaimana dicanangkan oleh pemerintah.

Bapak ibu yang kami hormati,

Selain penyakit mosaik bergaris, penyakit luka api menjadi perhatian serius di beberapa sentra produksi tebu di Jawa dan Madura serta Sulawesi Selatan. Hama uret, tikus dan beberapa serangga hama yang berubah statusnya perlu menjadi perhatian kita bersama.

Oleh karena itu, saya sangat berharap di kesempatan yang sangat baik ini, di mana semua pihak yang terkait dengan tebu dan industri gula berkumpul kita mendiskusikan dan memberi masukan apa yang akan kita lakukan terkait isu serangan hama dan penyakit yang perlu kita waspadai.

Saya juga berharap semua pihak yang terkait hendaknya saling berkomunikasi berbagi informasi dan menjalin kerjasama agar apa yang kita kerjakan memberikan manfaat yang sebesar besarnya bagi kesejahteraan petani dan tercapainya swasembada gula kristal putih ini.

Akhirnya saya buka secara resmi acara ini dan selamat berseminar.

Terima kasih.

Malang, November 2018

Dr. Ir. Fadry Djufry, M.Si.
Kepala Puslitbangun

RUMUSAN SEMINAR NASIONAL TEBU
“Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu”
Malang, 15 November 2018

1. Acara seminar sehari Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu dengan Topik khusus Pengendalian Terpadu Penyakit Mosaik Bergaris pada tanaman Tebu di Indonesia pada tanggal 15 November 2018 di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang dihadiri oleh sekitar 153 peserta dari kalangan peneliti, akademisi, pemangku kebijakan, BUMN dan Swasta yang bergerak di bidang tebu dan gula beserta petaninya.
2. Inovasi teknologi tebu yang dihasilkan didasarkan pada syarat dan kebutuhan tumbuh tebu terkait fase pertumbuhan yang berorientasi produksi hablur. Oleh karenanya inovasi dimulai dari pelepasan varietas unggul baru, penataan varietas sesuai tipologi lahan, teknologi benih bud chips mulai penyiapan hingga pengiriman benih, perbaikan kualitas tanah dengan bahan organik & biochar, pengelolaan hara sesuai kondisi tanah dan target produksi, perbaikan sistem tanam, pengelolaan hama dan penyakit yang bijaksana, dan penentuan waktu panen/tebang yang optimal. Dengan demikian dapat dicapai produktivitas tebu dan rendemen tinggi.
3. Status hama tebu dari waktu ke waktu berubah akibat adanya pergeseran pengembangan tebu dari lahan sawah ke lahan kering dan perubahan budidaya (cara tanam, varietas, penggunaan bahan kimia, komposisi PC/RC) dan perubahan iklim. Pengelolaan hama pada tanaman tebu saat ini adalah PHT berbasis teknologi. Sebaiknya pengelolaan hama tebu adalah PHT yang tidak hanya berbasis teknologi tapi juga mempertimbangkan faktor ekologi, terutama ekologi lokal dan pemberdayaan petani dengan menghidupkan kembali SLPHT.
4. Penyakit yang mendominasi dari waktu ke waktu juga berbeda akibat perubahan sistem tanam, perubahan dari lahan sawah ke lahan tadah hujan, pergantian jenis varietas yang ditanam, serta terjadinya perubahan iklim. Penggunaan varietas yang resisten terhadap suatu penyakit secara luas dan dalam kurun waktu yang lama akan menimbulkan ledakan penyakit baru lainnya. Penyakit utama yang saat ini menjadi kendala bagi produksi tebu adalah: luka api, mosaik dan mosaik bergaris, pembuluh. Di Lampung dan Sumatera Selatan penyakit lapuk pangkal batang menjadi salah satu penyakit penting. Karantina dan penggunaan benih sehat serta pergantian varietas merupakan langkah yang harus dilakukan secara disiplin untuk mencegah penyebaran dan perkembangan penyakit. Di Sulawesi penyakit blendok sudah mulai perlu diwaspadai.
5. Deteksi dini penyakit tumbuhan, terutama virus adalah untuk memastikan suatu tanaman sehat dan bebas dari virus sehingga benih yang membawa suatu penyakit dari luar wilayah

dapat dicegah. Deteksi virus juga diperlukan untuk memantau perkembangan suatu penyakit. Deteksi dapat dilakukan dengan melihat gejala secara visual, namun perlu diperkuat dengan metode serologi dan PCR tergantung kesiapan SDM dan peralatan yang tersedia serta biaya yang tersedia.

6. Penggerek tebu tersebar di seluruh wilayah Indonesia dengan intensitas dan spesies yang berbeda. Sedangkan penggerek pucuk tersebar di Sumatera Selatan, Jawa, Sulawesi Selatan, Papua, dan Nusa Tenggara. Hama uret tersebar di Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi.
7. Penyakit Mosaik Bergaris tersebar di Jawa, Sumatera, dan Sulawesi. Penyakit lain yang perlu diwaspadai adalah Blendok.
8. Penyakit mosaik bergaris menurunkan tinggi tanaman dan diameter batang, sehingga bobot tebu turun 19–26% jika tingkat serangan 50-100%. Tanaman border dapat menghambat penyebaran SCSMV.

MAKALAH UTAMA

Inovasi Teknologi On Farm pada Tanaman Tebu

Sugarcane On Farm Technology Innovation

Budi Hariyono dan Subiyakto

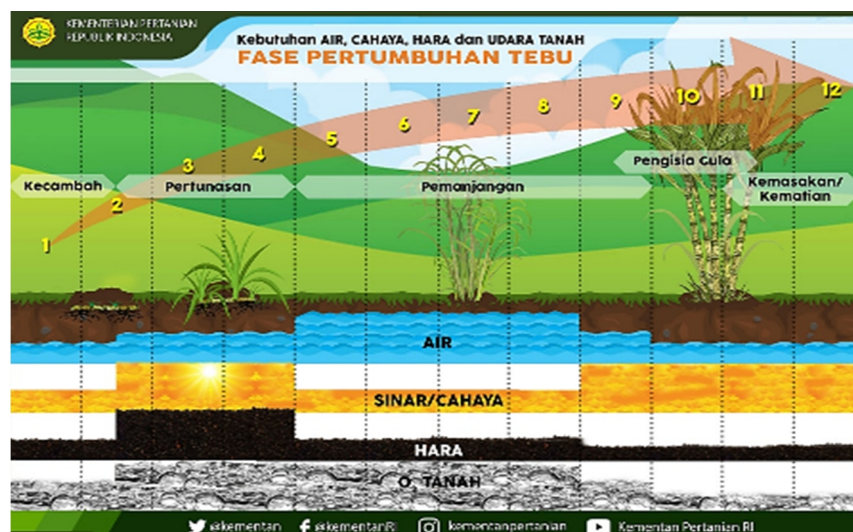
Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

1. Pendahuluan

Tebu merupakan komoditas perkebunan penting bagi Indonesia. Tanaman ini sudah dibudidayakan secara komersial sejak zaman penjajahan Belanda. Sebagian besar hasil tebu digunakan untuk membuat gula kristal putih. Sebelumnya Indonesia dikenal sebagai negara pengekspor gula, namun saat ini berbalik menjadi negara pengimpor. Selain harga dan faktor sosial ekonomi (non teknis), rendahnya produktivitas dan kualitas gula dalam negeri merupakan masalah yang dihadapi industri gula sehingga belum bisa memenuhi kebutuhan gula nasional. Produksi tebu nasional mengalami penurunan sekitar 1,3% per tahun selama empat tahun terakhir. Pada tahun 2013 produksi tebu nasional sekitar 35,53 juta ton, dan pada tahun 2017 menurun menjadi 28,73 juta ton.

Sementara itu, kebutuhan gula di Indonesia terus meningkat, dari 5,70 juta ton pada tahun 2014 meningkat ke 5,77 juta ton pada tahun 2015, padahal produksi gula nasional hanya 2,58 juta ton dari luas areal 479 ribu hektar. Beberapa usaha dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan nasional gula adalah dengan meningkatkan produktivitas hulu melalui perbaikan tata tanam tebu. Sejak tahun 2011 melalui Permentan No.63/Permentan/OT.140/10/2011, Balittas diberi mandat untuk melakukan penelitian dan pengembangan tanaman tebu.

Hal mendasar yang pertama kali dipelajari dalam teknik budidaya tebu adalah mengetahui kebutuhan air, cahaya, nutrisi dan oksigen tanah agar tebu tumbuh optimal. Selama pertumbuhan tebu membutuhkan cahaya penuh ketika tanaman berumur: 1,5-4 bulan dan menginjak umur 9 bulan sampai panen. Ketika tanaman tebu baru ditanam sampai umur 1,5 bulan (fase kecambah) dan 5-8 bulan (fase pemanjangan) cahaya yang diperlukan hanya 50%. Air sangat banyak dibutuhkan pada saat tanaman berumur 5-8 bulan (fase pemanjangan / pertumbuhan cepat),



Gambar 1. Kebutuhan air, cahaya, hara, dan udara tanah selama pertumbuhan tebu hingga panen

sedangkan hara paling banyak dibutuhkan pada fase pertunasan (Gambar 1.). Pengetahuan ini sangat penting dan dijadikan dasar penelitian untuk memperoleh teknologi budidaya yang sesuai agar menghasilkan produksi tinggi.

Makalah ini merangkum hasil-hasil inovasi teknologi on farm yang diperoleh Balittas sejak tahun 2012 sampai tahun 2017. Inovasi tersebut antara lain adalah: (1) Perbaikan Sistem Perbenihan; (2) Peran Manajemen terhadap Produktivitas Tebu; (3) Manfaat Bahan Organik untuk Memperbaiki Kualitas Tanah; (4) Peran Daduk/Serasah dalam Rawat Ratun; (5) Teknologi Pemupukan; (6) Juring Ganda; (7) Penekanan Biaya Pokok Produksi untuk Mengimbangi Harga Gula Luar Negeri yang Lebih Murah; (8) Manajemen Pengendalian Uret; (9) Deteksi Dini Bakteri dan Virus; Teknik HWT serta Teknik Kultur Meristem untuk Memperoleh Benih Sehat; (10) Pemetaan Tipologi Lahan; (11) Pembakaran Tebu dan Dampaknya; (12) Perakitan Varietas; (13) Kebijakan Memperpendek Periode Giling.

2. Perbaikan Sistem Perbenihan

Selama ini untuk menanam tebu, digunakan benih dalam bentuk: *top* stek, lonjoran, rayungan, bagal 2 mata, *bud set* (bagal satu mata). Balittas memperbaiki teknik penyediaan benih dalam bentuk *bud chip* dan membuat mesin *bud chipper*. *Bud chipper* merupakan alat/mesin yang digunakan untuk mengambil mata tunas tebu yang nantinya digunakan sebagai bahan tanam. Alat ini mempunyai pisau dari bahan baja berbentuk setengah lingkaran bergerak naik turun untuk mempermudah pengambilan mata tunas. Alat ini menggunakan dinamo dengan daya 0,5 HP. Alat ini mempunyai kapasitas menghasilkan 200-2500 *bud chip* per jam dengan satu orang operator (Gambar 2).



Gambar 2. *Bud chipper* (a), Operator (b), dan (c) *Bud chip* yang siap digunakan sebagai bahan tanam

Kelebihan bahan tanam dari *bud chip* adalah:

- Benih dapat dipelihara dalam *tray* dan bertahan 2-12 bulan, sehingga ketersediaan tepat waktu. Sedangkan bahan tanam dari bagal, tanaman tebu sudah harus dipanen umur 6-8 bulan (hanya 3 bulan).
- Pengadaannya lebih cepat dan lebih banyak. Dalam 1 rumpun dapat menghasilkan 50 mata, dan setiap benih tumbuh dapat menghasilkan menjadi 8-12 batang per rumpun. Bahan benih lebih hemat (± 18.000 *bud chips*/ha). Dalam 1 ha KBI benih *bud chip* akan

Tabel 1. Perbandingan harga dan biaya pengadaan benih *bud chip* dengan *budset*

Uraian	<i>Bud chips</i> ^{*)}	<i>Budsets</i>
Berat benih (g)	6,5	15
Kebutuhan benih /ha (benih)	18.000 (Pkp 125 x 50cm =16.000)	33.000 (30.000)
Kebutuhan benih /ha (kg)	117	495
Biaya kirim (Papua)/kg (Rp 45.000)	5.265.000	22.275.000
Harga benih/ha (<i>bud chips</i> @ Rp 300 dan <i>budsets</i> @ Rp 450)	6.000.000	14.850.000
Total biaya/ha	11.265.000	37.125.000
Harga per benih (Rp)	625,83	1.125

menghasilkan 15-20 ha KBD. Sedangkan KBI yang menggunakan bagal hanya menghasilkan 7-8 ha KBD. Dengan demikian, biaya pengadaan benih menjadi lebih murah dengan menggunakan *bud chip*.

- Teknik pengiriman lebih praktis, dapat menggunakan benih tumbuh beserta medianya (± 38 gr) atau tanpa media (± 10 gr). Benih tumbuh disusun dalam karung plastik, lalu digulung dan dimasukkan ke dalam kertas kardus. Benih masih dalam kondisi segar dengan tingkat kerusakan yang rendah setelah 5 hari dalam perjalanan melalui udara dan darat (dari Malang ke Seram Bagian Timur).
- Benih lebih seragam karena dilakukan seleksi berkali-kali.
- Benih lebih sehat karena proses *Hot Water Treatment* (HWT) lebih efektif.
- Daya tumbuh di lapangan lebih baik karena ditanam bersama dengan media tanam. Tanaman tumbuh lebih seragam dan serentak masak.
- Harga benih lebih murah dibandingkan dengan *budset* (bagal mata satu) (Tabel 1.) maupun dengan bagal mata dua. Harga per benih tumbuh *bud chip* terseleksi Rp750, dengan ongkos kirim Rp1.000 per benih, termasuk biaya karantina, *cargo* udara + darat dari Malang ke Seram Bagian Timur dengan lama perjalanan 3 hari. Sedangkan bagal mata dua harganya Rp60.000 – Rp100.000/ kuintal dengan ongkos kirim Rp45.000.000 per 15 ton menggunakan truk + kapal dari Kendari ke Pati selama 6 hari.
- Namun demikian pengadaan benih *bud chip* harus investasi alat *bud chipper* dan HWT serta tambahan biaya untuk *tray* atau polibag, besi/kawat penyangga papan benih *bud chips*, bak plastik, kotak pengiriman benih, bangunan khusus untuk penempatan alat, dan lahan. Penangkar benih harus dilatih mengoperasikan *bud chipper* sampai SOP penanaman benih *bud chips* untuk perbenihan dan sertifikasinya.

3. Manajemen vs Produktivitas Tebu

Selama ini ada asumsi bahwa tanah yang berpasir sulit menghasilkan tebu dengan produktivitas tinggi. Pada kenyataannya, tanah di Asembagus mengandung pasir 92% dan mampu menghasilkan rendemen 8,5-9,1 %. Dari tabel 2 dapat dilihat ternyata, faktor-faktor yang mendukung keberhasilan budidaya tebu adalah: varietas, lingkungan dan manajemen yang baik.

Tabel 2. Produktivitas tebu di Asembagus yang memperoleh perawatan/manajemen berbeda

No	Varietas	Tanah	Manajemen	Produktivitas ton/ha
1.	Bululawang	Pasir 92%	Air 10x	106
2.	Bululawang	Pasir 92%	Tumpangsari <i>Crotalaria</i> + Air (4x)	96
3.	Bululawang	Pasir 92%	Air 5x	70
4.	Bululawang	Pasir 92%	Biochar + Air (4x)	60-80
5.	Hw	Pasir	Mulsa Plastik	126

4. Peran Bahan Organik dalam Meningkatkan Produktivitas

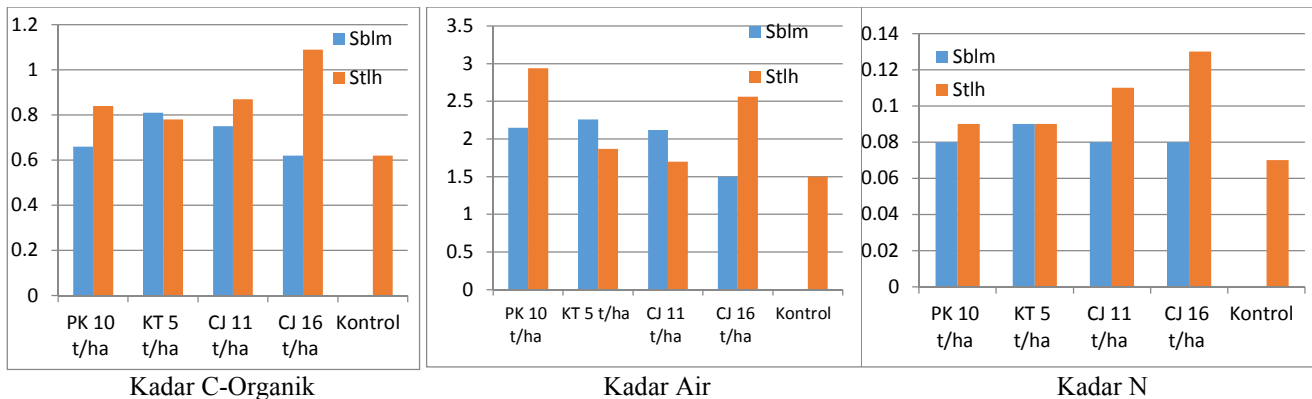
Sebagaimana diketahui, tanah-tanah untuk pengembangan tebu di Indonesia memiliki kandungan hara yang sangat rendah, dibandingkan negara penghasil gula lainnya (Columbia, misalnya). Kadar N, P₂O₅, dan bahan organik tanah perkebunan tebu rata-rata sangat rendah, yaitu berturut-turut 0,06%, 7,26 ppm dan 1,11 %. Kadar K₂O rendah (53,97 ppm). Padahal di Columbia kandungan N, P₂O₅, K₂O dan bahan organiknya tergolong sedang (0,1%, 49 ppm, 185 ppm dan 3,14%). Rekomendasi umum pupuk yang disarankan oleh pabrik gula adalah 400 kg Phonska + 600 kg ZA atau setara dengan 186 kg N/ha, 60 kg P₂O₅/ha, dan 60 kg K₂O/ha ditambah 10 ton kompos/ha. Di Columbia, yang memiliki kadar hara dan bahan organik sedang, rekomendasi pupuknya adalah: 150 N + 50 P/ha dan kompos \geq 20 ton/ha (setara N 168 kg, P₂O₅ 56 kg, K₂O 346 kg).

Melihat perbedaan kondisi tersebut, maka untuk meningkatkan produktivitas, dilakukan kajian, yang akhirnya memberikan rekomendasi penambahan kompos yang berasal dari campuran antara blothong:vinase:abu ketel dengan perbandingan 35:14:1. Campuran tersebut kemudian diproses selama 70 hari secara aerobik dengan mengaduk setiap hari menggunakan *composter aerotiller*, tanpa penambahan mikroorganisme. Dosis yang digunakan 20 ton/ha ditabur sebelum tanam secara merata menggunakan alat penabur kompos sistem elevator & ulir (*wagon*) berkecepatan maju sekitar 7 km/jam. Kandungan 20 ton kompos tersebut setara dengan 168 kg N, 56 kg P₂O₅, dan 342 kg K₂O/ha, kandungan K yang tinggi berasal dari vinase.

Walaupun kebutuhan hara setiap wilayah berbeda sesuai jenis tanah dan kesuburannya, namun demikian selama ini rekomendasi umum pupuk untuk tebu adalah: 400 kg Phonska (15-15-15)+600 kg ZA (186 kg N + 60 P₂O₅ + 60 K₂O) dengan produktivitas tebu rata-rata 70 ton/ha. Untuk meningkatkan produksi, petani di beberapa tempat di Malang dan Kediri menggunakan 750 kg Phonska + 750 kg ZA (238,5 N + 112,5 P₂O₅ + 112,5 K₂O) + 10 ton pupuk kandang dan dapat menghasilkan tebu dengan produktivitas lebih dari 100 ton/ha.

Tabel 3. Kebutuhan Hara Tebu untuk beberapa Wilayah

Status	N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	K ₂ O (Kg/ha)
1. PC	195	30-82	117-600
2. PC	200	85	420
3. PC	160-180	70-80	120
4. PC	140-160	30-81	123-161
5. PC	212,5	28,8	162
6. RC	262,8	29,6	118,8



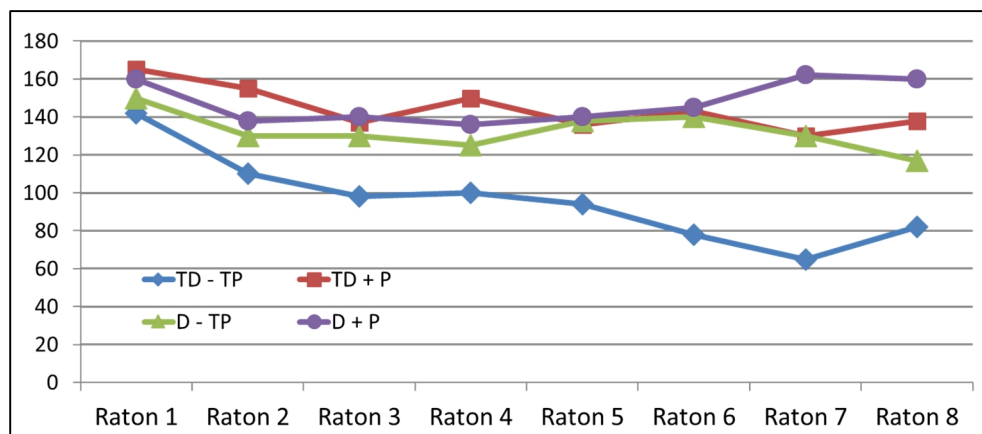
Gambar 3. Peningkatan Kadar C-organik, Air, dan N setelah Penambahan Bahan Organik

Keterangan: PK: Pupuk Kandang, KT: Kompos Limbah Tebu, CJ: *Crotalaria juncea*

Selain kompos limbah tebu atau pupuk kandang, penambahan bahan organik dapat juga berasal dari penanaman *Crotalaria juncea* secara tumpang sari. Sistem ini selain meningkatkan kadar bahan organik (C-organik), N, dan kadar air tanah, juga dapat meningkatkan produktivitas tebu (Gambar 3).

5. Peran Daduk/Serasah dalam Rawat Raton

Pemberian daduk/serasah untuk mempertahankan produktivitas tebu pada tanaman ratun memberikan efek yang positif, terutama jika disertai dengan penambahan pupuk N dan P (Gambar 4.). Tanaman ratun yang tidak dirawat dengan baik dan tanpa diberi pupuk, akan terus menurun produktivitasnya. Tanaman ratun yang diberi daduk/serasah dan pupuk NP produktivitasnya masih bertahan hingga ratun ke-8. Ini menunjukkan pentingnya memelihara bahan organik tanah.



Gambar 4. Pengaruh penambahan daduk dan pupuk pada tanaman tebu ratun

(Sumber: F. Munoz-Arboleda dan R. Quintero-Duran, 2009, disederhanakan)

Keterangan: TD (tanpa daduk); D (daduk); TP (tanpa pupuk); P (pupuk NPK 150-50-0)

6. Dosis Pemupukan Tebu

Hasil inovasi teknologi Balittas di bidang pemupukan ada tiga kategori, yaitu: (1) rekomendasi pupuk untuk tebu yang ditanam di tiga jenis tanah; (2) peningkatan dosis P (Phonska) dan N (ZA)

yang optimum untuk produktivitas yang optimum; (3) respon varietas tebu terhadap dosis pupuk ZA.

Untuk menghasilkan tebu dengan produktivitas yang optimum, Balittas merekomendasikan dosis pupuk yang berbeda untuk tebu yang ditanam di tanah yang berbeda (Tabel 4). Secara parsial, dosis rekomendasi pupuk N, P, maupun K diberikan sebagai pertimbangan untuk menghasilkan tebu dengan produktivitas yang tinggi (Tabel 5, 6 dan 7).

Tabel 4. Dosis rekomendasi Pupuk N,P, dan K untuk tebu yang ditanam di Tanah Entisol, Alfisol, Vertisol, dan Inseptisol

No.	Jenis Tanah	Rekomendasi pemupukan		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Entisols	180–220	108	90–180
2.	Alfisols	140–180	72–144	120
3.	Vertisols	180	72–108	60–120
4.	Inseptisols	140–180	45–90	120–180

Tabel 5. Dosis pupuk N untuk tebu yang ditanam di Tanah Entisol, Alfisol, Vertisol, dan Inseptisol

Pemupukan N		Tebu PC		Tebu Ratoon 1 (RC 1)	
No	Jenis Tanah	Dosis yang dipilih	Produksi tebu (ton/ha)	Dosis yang dipilih	Produksi tebu (ton/ha)
1.	Entisols	180 N	93,04	180–220 N	109,40–112,26
2.	Alfisols	140 N	143,00	180 N	125,17
3.	Vertisols	180 N	77,43	180 N	111,76
4.	Inseptisols	140 N	168,10	Analisis data	

Sumber: Kadarwati *et al.* (2014 dan 2015)

Tabel 6. Dosis pupuk P untuk tebu yang ditanam di Tanah Entisol, Alfisol, Vertisol, dan Inseptisol

Pemupukan P		Tebu PC		Tebu ratoon 1 (RC 1)	
No.	Jenis Tanah	Dosis yang dipilih	Produksi tebu (ton/ha)	Dosis yang dipilih	Produksi tebu (ton/ha)
1.	Entisols	108 P ₂ O ₅	87,45	108 P ₂ O ₅	101,07
2.	Alfisols	144 P ₂ O ₅	142,33	72 P ₂ O ₅	128,42
3.	Vertisols	72 P ₂ O ₅	79,62	108 P ₂ O ₅	107,11
4.	Inseptisols	45 P ₂ O ₅	173,25	-	

Sumber: Kadarwati *et al.* (2014), (2015)

Tabel 7. Dosis pupuk K untuk tebu yang ditanam di Tanah Entisol, Alfisol, Vertisol, dan Inseptisol

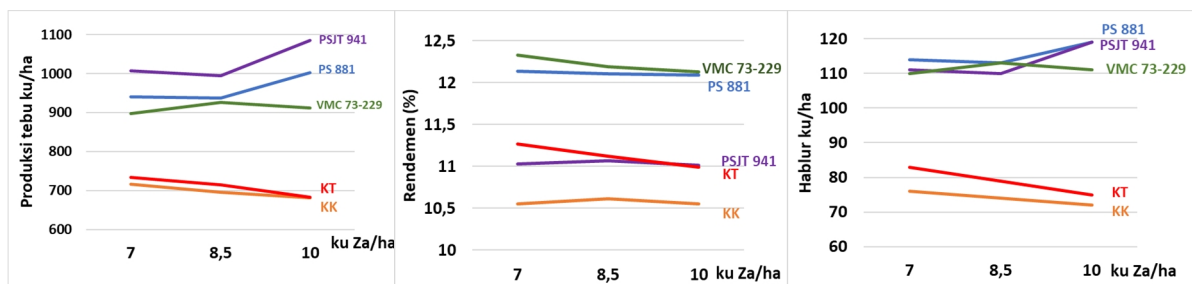
No.	Jenis tanah	Pertanaman tebu PC		Pertanaman tebu RC1	
		Dosis pupuk dipilih	Produksi tebu (ton/ha)	Dosis pupuk dipilih	Produksi tebu (ton/ha)
Pemupukan K					
1.	Entisols	180 K ₂ O	91,01	90 K ₂ O	101,85
2.	Alfisols	120 K ₂ O	129,67	120 K ₂ O	133,42
3.	Vertisols	60 K ₂ O	71,14	120 K ₂ O	105,32
4.	Inseptisols	120 K ₂ O	178,30	180 K ₂ O	165,82

Dosis pupuk masih dapat ditambahkan untuk meningkatkan produktivitas tebu, rendemen, dan gula. Penambahan dosis yang optimum untuk P (Phonska) dan N (ZA) dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Kelipatan dosis pupuk terhadap produksi

No	Perlakuan dosis pupuk (ku/ha)	Parameter		
		Produksi tebu (ton/ha)	Rendemen (%)	Hablur (ton/ha)
1.	6 Phonska + 5 ZA(standar)	110,40 c [*]	9,99	10,78 bc
2.	7,2 Phonska + 6 ZA (1,2 x)	113,24 bc	9,98	10,78 bc
3.	8,4 Phonska + 7 ZA (1,4 x)	138,57 a	10,00	12,97 a
4.	9,6 Phonska + 8 ZA (1,6 x)	128,28 ab	9,99	11,38 ab
5.	10,8 Phonska + 9 ZA (1,8 x)	115,83 bc	9,39	10,88 bc
6.	12 Phonska + 10 ZA (2,0 x)	111,11 c	9,2	10,22 c
	BNT(5%)	10,71	Tn	1,24
	KK (%)	8,36	7,05	10,20

Varietas tebu yang ditanam di perkebunan tebu di Indonesia sangat bervariasi, tergantung jenis tanah dan tipe kemasakannya. Respon masing-masing varietas juga berbeda terhadap pemberian pupuk N yang bersumber dari ZA. Produktivitas tebu, hablur, dan rendemen cenderung turun pada VMC73-229, KT dan KK ketika diberi pupuk meningkat dari 7 -10 ku ZA/ha. Di antara 5 varietas komersial yang diuji, PSJT 941 dan PS 881 produktivitas dan hablurnya naik ketika diberi pupuk 10 ku ZA/ha (Gambar 5.).



Gambar 5. Produksi, rendemen, dan hablur tebu pada 5 varietas yang diberi 3 dosis pupuk ZA

7. Juring Ganda

Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas tebu adalah dengan meningkatkan penggunaan energi cahaya matahari dan populasi per hektar. Tata tanam yang biasa digunakan di perkebunan tebu adalah juring tunggal dengan PKP 110 cm. Balittas mengkaji juring ganda dengan PKP 170 cm/50 cm dengan benih ganda (Gambar 6) dan dibandingkan dengan PKP 135 cm/50 cm dengan benih tunggal. Tata tanam ini memanfaatkan cahaya matahari lebih optimal dan populasi lebih banyak sehingga produktivitasnya meningkat dan pendapatan petani pun bertambah (Tabel 9). Untuk juring ganda PKP terbaik adalah 170 cm/50 cm dengan benih ganda (Gambar 7).

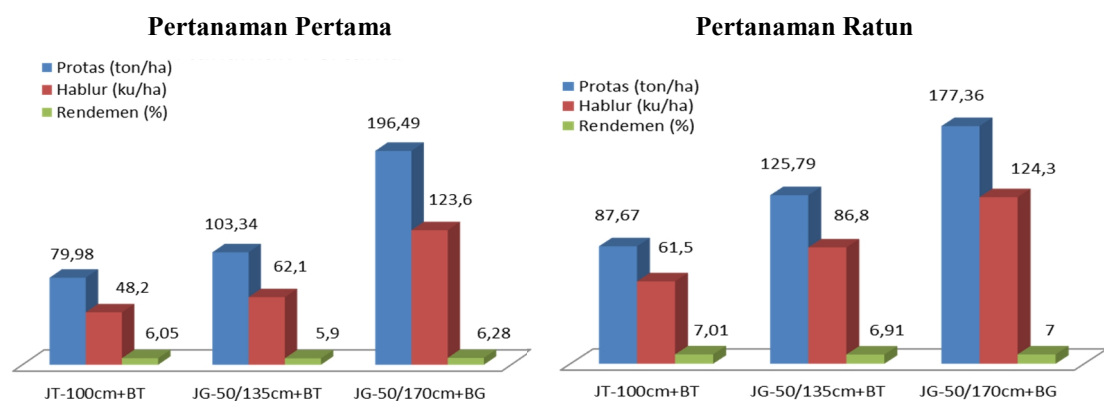


Gambar 6. Penampilan tanaman tebu ditanam dengan sistem juring ganda

Tabel 9. Penerimaan, biaya produksi, dan keuntungan petani tebu menggunakan sistem juring tunggal dan juring ganda

Sistem tanam	Pertanaman pertama (PC)			Pertanaman ratun (RC)		
	Penerimaan (Rp/ha)	Pengeluaran (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	Penerimaan (Rp/ha)	Pengeluaran (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)
JT-100cm+BT	29.379.600	40.390.100	-11.010.500	37.131.600	33.490.100	3.641.500
JG-50/135cm+BT	37.938.300	47.741.800	-9.803.500	52.468.500	38.441.800	14.026.700
JG-50/170cm+BG	78.600.300	51.958.000	26.642.300	75.053.100	39.058.000	35.995.100

Keterangan: JT= juring tunggal, benih tunggal (pop 80 ribu), pupuk 6 ku Phonska + 5 ku ZA; BT: benih tunggal
 JG 50/135= juring ganda, benih tunggal (pop 132 ribu), pupuk 8,4 ku Phonska + 7 ku ZA; BT: benih tunggal
 JG 50/170= juring ganda, benih ganda (pop 188 ribu), pupuk 14 ku Phonska + 12 ku ZA; BG: benih ganda
 Harga gula = Rp8500/kg, tetes 3 kg/ku tebu harga tetes Rp1000/kg. Pembagian petani 66% gula



Gambar 7. Produktivitas, hablur, dan rendemen tebu pada sistem tata tanam juring tunggal dan ganda

8. Menekan Biaya Pokok Produksi untuk Mengimbangi Harga Gula dari Luar Negeri yang Murah

Salah satu penyebab harga gula kristal putih lokal lebih mahal jika dibandingkan harga gula di luar negeri adalah tingginya biaya pokok produksi (BPP) budidaya tebu. Balittas menyarankan beberapa teknologi untuk menekan BPP tanpa harus mengorbankan produktivitasnya, yaitu:

- Tidak ada bongkar ratun, tebu ditanam di antara barisan lama
- Penggunaan pipa irigasi dengan beberapa lubang di satu sisi dengan jarak ± 110 cm. Teknik ini mengurangi kehilangan air yang banyak terbuang di perjalanan hingga 50% (Gambar 8.)
- Tanpa kepras, tebang panen di pangkal batang
- Pengendalian gulma dilakukan sebelum umur 3,5 bulan
- Batang bawah yang tertinggal ditebang dengan menggunakan alat sederhana (sabit seharga 250 ribu rupiah)
- Mengembalikan serasah daun setelah panen ke lahan untuk mengurangi pertumbuhan gulma, mengurangi penguapan, serta menambah bahan organik tanah. Pertumbuhan tebu pun menjadi lebih seragam.



Gambar 8. Sistem irigasi pipa dengan lubang yang dapat dibuka tutup dengan menggeser klep (tanda panah).

9. Manajemen Pengendalian Uret Menggunakan Mulsa Plastik

Salah satu hama penting pada tanaman tebu yang ditanam di lahan kering adalah uret *Lepidiota stigma* Fabricius. Balittas menemukan teknologi pengendalian uret untuk daerah endemik, terutama dengan tingkat kerusakan di atas 30% dengan menutup permukaan lahan yang akan ditanami tebu dengan mulsa plastik (Gambar 9). Pemasangan mulsa plastik dilakukan 1-7 hari setelah hujan pertama > 4 mm, dimana pada saat tersebut kopulasi kumbang terjadi pada akhir bulan November–awal Desember. Keberadaan mulsa menghambat kumbang untuk meletakkan telurnya sehingga tanaman tebu selamat dari serangan larva/uret. Populasi uret menurun tajam dan hanya ditemukan 4,8 ekor/0,5 m² pada tanaman tebu yang ditutup mulsa plastik 100% dibandingkan dengan lahan yang tidak ditutup mulsa plastik jumlah uret yang ditemukan 12,8 ekor/ 0,5 m².



Gambar 9. Tanaman tebu ditutup mulsa plastik



Gambar 10. Tanaman tebu tidak ditutup mulsa plastik

Tabel 10. Produksi dan hablur tebu pada daerah endemik uret yang diberi mulsa

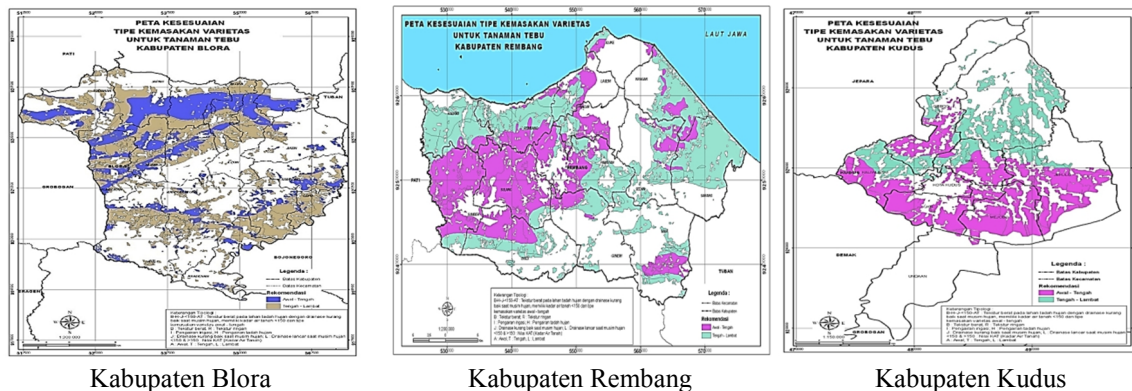
No.	Perlakuan penutupan mulsa	Luas petak (m ²)	Produksi (Ton)		
			Tebu/plot	Tebu/ha	Hablur/ha
1	Sebelum hujan (SBH)	625	6,31	100,89	9,15
2	1 hari setelah hujan (1 STH)	575	7,13	123,97	11,24
3	7 hari setelah hujan (7 STH)	525	6,63	126,24	11,44
4.	14 hari setelah hujan (14 STH)	525	5,23	99,68	9,04
5	21 hari setelah hujan (21 STH)	625	4,34	69,47	6,30
6	Tanpa mulsa (kontrol)	625	2,50	40,00	3,62

10. Deteksi Dini Bakteri; Teknik HWT serta Teknik Kultur Meristem untuk Memperoleh Benih Sehat

Balittas mengembangkan metode dan melayani deteksi dini keberadaan bakteri *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* (Lxx) penyebab penyakit pembuluh (*Ratoon stunting disease*), serta perbaikan metode *Hot Water Treatment* (HWT) untuk membunuh bakteri Lxx yang berada di dalam xylem, sehingga benih yang akan ditanam bebas bakteri. Kultur meristem juga dikembangkan di Balittas untuk menurunkan populasi virus mosaik bergaris.

11. Pemetaan Tipologi Lahan

Produktivitas tebu merupakan hasil dari potensi varietas yang ditanam di lahan yang tepat. Oleh karena itu, pengembangan varietas tebu, selain untuk memperoleh varietas yang tahan terhadap hama ataupun penyakit, juga disesuaikan dengan tipe lahan. Pada zaman Belanda budidaya tebu dilakukan di lahan sawah. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan gula, penanaman tebu juga dilakukan di lahan-lahan tegal tak berpengairan sehingga berpengaruh juga terhadap masa giling. Kondisi tersebut membuka peluang bagi pemulia untuk merakit varietas yang memiliki beragam kemasakan (masak awal, tengah, dan lambat). Agar varietas yang ditanam sesuai dengan kondisi lahan yang ada, maka tim peneliti Balittas memetakan lahan-lahan pengembangan yang meliputi Kabupaten Tuban, Lamongan, Bojonegoro, Bangkalan, Sampang, Rembang, Blora, Kudus, dan Kabupaten Bone (Gambar 11). Peta tipologi lahan tersebut dikembangkan berdasarkan ketersediaan pengairan (irigasi), kemampuan drainase, tekstur tanah, dan curah hujan. Peta ini merupakan panduan dan rekomendasi kesesuaian lahan terhadap tipe kemasakan suatu varietas yang akan dikembangkan (Tabel 11).



Gambar 11. Peta kesesuaian lahan untuk varietas tebu dengan tipe kemasakan berbeda di 3 Kabupaten pengembang tebu di Jawa Tengah

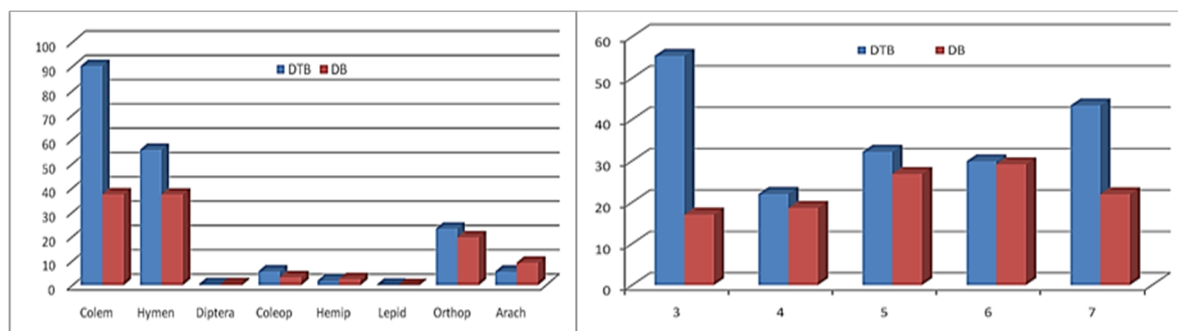
Keterangan:

Kabupaten	Rekomendasi	Luas (ha)	Rekomendasi	Luas (ha)	Luas Total (ha)
Blora	Awal - Tengah	33.230	Tengah - Lambat	55.577	88.807
Rembang	Awal - Tengah	24.729	Tengah - Lambat	29.988	54.717
Kudus	Awal - Tengah	10.890	Tengah - Lambat	6.128	17.018

12. Dampak Pembakaran Tebu terhadap Populasi Arthropoda dan Mikroba

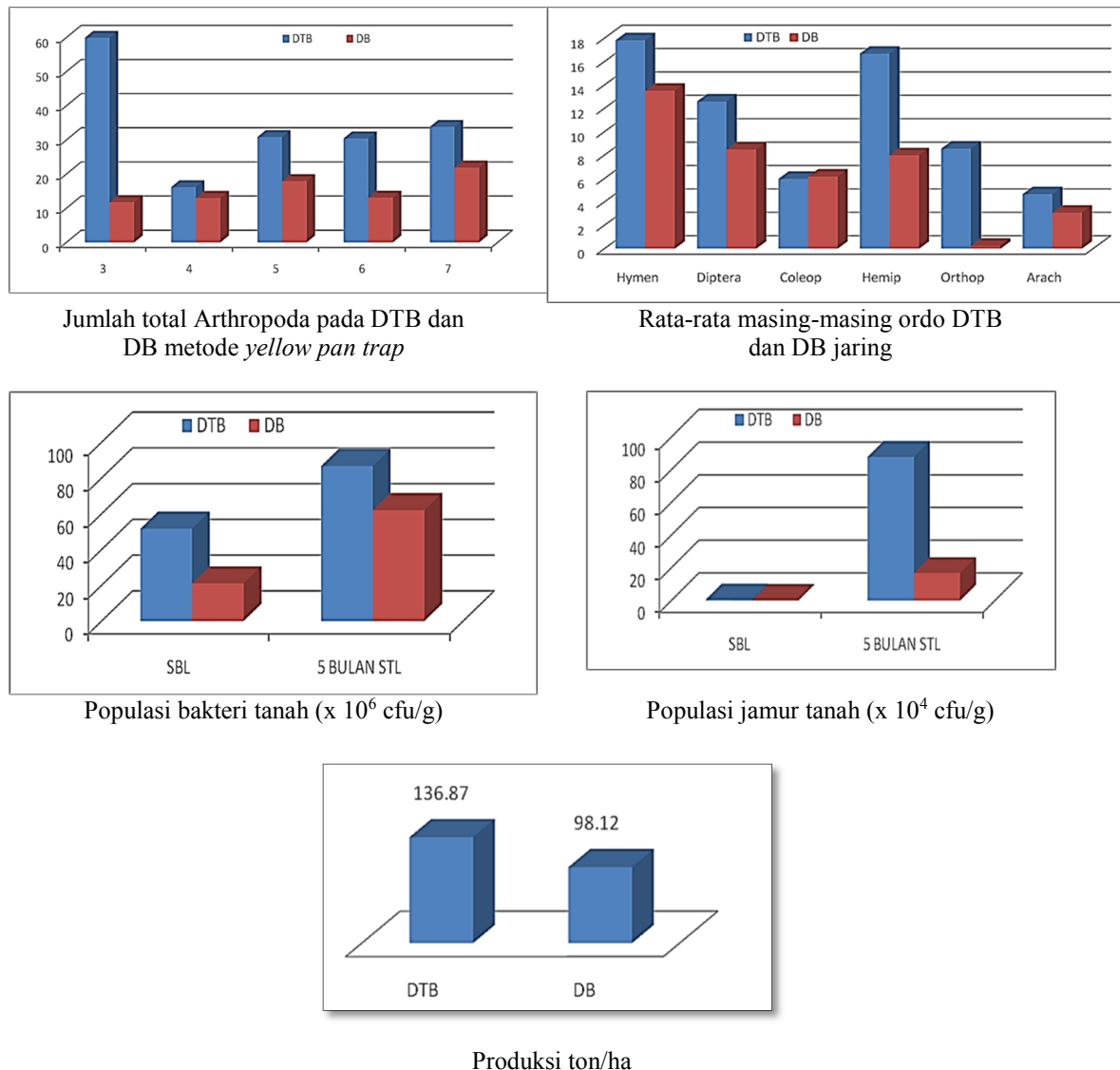
Akhir-akhir ini petani tebu memiliki kebiasaan membakar tanaman tebu sebelum dipanen untuk memudahkan panen karena daun-daun yang telah kering akan terbakar dengan cepat tanpa merusak kandungan gulanya. Namun praktek ini memberi dampak negatif terhadap lingkungan karena asap dan senyawa lainnya mengganggu pernafasan juga menurunkan konsentrasi karbon di dalam tanah, karena kadar karbon tanah merupakan indikator kesuburan tanah. Selain itu juga berdampak negatif terhadap kehidupan hayati dalam ekosistem sekitarnya. Padahal, indikator ekosistem yang baik tercermin dari tingginya keragaman hayati.

Pembakaran tebu menurunkan beberapa populasi arthropoda, terutama yang memiliki peran sebagai musuh alami (parasitoid dan predator), serangga menguntungkan juga mikroorganisme penghuni tanah. Hasil penelitian Balittas menunjukkan penurunan populasi arthropoda, bakteri dan jamur tanah pada tanah-tanah yang tebunya dibakar, bahkan menyebabkan turunnya produksi tebu (Gambar 12).



Rata-rata serangga masing-masing ordo pada DTB dan DB metode pitfall trap

Rata-rata jumlah total Arthropoda pada DTB dan DB metode pitfall trap



Gambar 12. Perbandingan populasi arthropoda, bakteri, dan jamur serta produksi tebu pada tanah yang tebunya dibakar (DB) dan yang tidak dibakar (DTB)

13. Perakitan Varietas

Faktor pertama dalam keberhasilan budidaya tebu adalah tersedianya varietas unggul dengan produktivitas dan kadar gula tinggi dan tahan terhadap hama ataupun penyakit. Perakitan varietas di Balittas dilakukan melalui persilangan secara konvensional, juga melalui radiasi dan kimia untuk memperoleh varietas mutan.

Kegiatan penelitian ini dilengkapi dengan pembangunan fasilitas persilangan seperti: bangsal persilangan (Gambar 13).



Gambar 13. Bangsal persilangan tebu.

Balittas telah melepas varietas tebu POJ 2878 Agribun Kerinci (kerjasama dengan Disbun Pemda Kerinci). Pada tahun 2018 telah dilepas juga 2 varietas unggul tebu untuk pengembangan lahan kering yaitu 1.) PS MLG 1 Agribun dengan produktivitas 94-140 ton/ha, rendemen 7,5-10,6 %, dan hablur 8,0-10,6 ton/ha, dan 2.) PS MLG 2 Agribun yang memiliki produktivitas 97-127 ton/ha, rendemen 7,2-10,9 %, dan hablur 8,9-11,8 ton/ha.

14. Efisiensi Kapasitas Giling dengan Kebijakan Memperpendek Periode Giling

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam proses produksi gula adalah lamanya periode giling pabrik gula dalam satu tahun. Realitasnya, produksi tebu satu tahun adalah 16-17 juta ton, sedangkan kapasitas giling pabrik adalah 115,5 ribu ton per hari. Jika awal giling pertengahan bulan Mei dan berakhir pada bulan November, maka lama giling (terpanjang) adalah 198 hari. Dengan demikian hasil gula kristal per hari adalah $16,5 \text{ juta} / 198 \text{ hari} = 83,3 \text{ ribu ton gula/hari}$ (TCD) yang artinya setara dengan 72% kapasitas giling tebu. Padahal idealnya, jika kapasitas pabrik 115,5 ribu TCD maka awal giling bisa dimulai awal bulan Juli dan berakhir pada minggu ke-3 bulan November. Jadi periode giling hanya 143 hari.

Perubahan Jenis dan Status Hama pada Tanaman Tebu di Indonesia

Subiyakto, Dwi Adi Sunarto dan Titiek Yulianti

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199 Malang, Jawa Timur

Abstrak. Tulisan tinjauan ini bertujuan untuk mengetahui dinamika jenis hama, status hama dan pengelolaannya pada tanaman tebu di Indonesia. Dua pustaka utama yang digunakan sebagai dasar studi masing-masing adalah (1) Buku *Pests of Crops in Indonesia* oleh Kalshoven, 1981 terjemahan dari *De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie*, tahun 1951, (2) Buku saku Hama dan Penyakit Tebu diterbitkan oleh P3GI/BSES/ACIAR tahun 2012. Sejak tebu dibudidayakan pada zaman Belanda sampai sekarang, telah terjadi perubahan komposisi jenis hama dan status hama. Dari 47 jenis hama sekarang berkurang menjadi 27 jenis insekta dan akarina dengan status sebagai hama yang sangat merugikan, merugikan dan kurang merugikan. Jenis hama tersebut antara lain hama yang menyerang benih dan perkecambahan yaitu jenis rayap *Macrotermes*, hama menyerang akar masing-masing hama uret *Lepidiotia stigma*, *Leucopholis*, dan *Phyllophaga*. Penggerek pucuk *Scirpophaga nivella*, penggerek batang *Chilo sacchariphagus*, penggerek batang raksasa *Phragmataecia*, penggerek abu-abu *Tetramoera schistaceana*, *Sesamia inferens* dan *Chilo infuscatellus*. Jenis hama yang tercatat mampu beradaptasi dalam tiga periode sebagai hama perusak daun, penghisap dan hama berupa binatang. Beberapa jenis hama yang pada periode 1 tercatat sebagai hama, pada periode selanjutnya tidak tercatat sebagai hama, demikian pula sebaliknya. Terjadi dinamika pengelolaan hama pada tanaman tebu di Indonesia diawali dari tahap (1) Pengendalian secara tradisional, (2) Berbasis kimia, sampai tahap (3) Berbasis teknologi. Tetapi tidak terjadi perkembangan teknologi pengelolaan hama yang berarti. Saat ini status pengelolaan hama pada tanaman tebu masih pada tahap PHT berbasis teknologi, seharusnya sudah sampai pada tahap (4) yaitu PHT berbasis ekologi. Pengelolaan hama pada tanaman tebu di Indonesia sebaiknya menerapkan PHT berbasis ekologi dan menghidupkan kembali SLPHT.

Kata kunci: dinamika, jenis hama, status hama, pengelolaan hama, tanaman tebu, di Indonesia

1. Pendahuluan

Hampir semua yang ada di bumi senantiasa mengalami perubahan, demikian juga dengan hama-hama yang menyerang tebu jenis dan statusnya berubah dari sejak dibudidayakan sampai sekarang. Menurut Van deventer (1912) (dalam Pawirosemadi, 2011), tercatat 10 spesies binatang berdarah panas, 4 spesies burung, 2 spesies tungau, 4 spesies nematoda, dan lebih dari 100 jenis insekta yang ditemukan berasosiasi dengan tanaman tebu. Pada tahun 1929, Hazelhoff menemukan 131 jenis insekta, namun tidak semuanya berbahaya. Kemudian Kalshoven (1951) melaporkan 1 jenis nematoda, 47 jenis insekta/akarina, dan 1 jenis tikus yang berpotensi menjadi hama pada tanaman tebu. Terakhir laporan P3GI dan BSES (2011) menyebutkan 27 jenis insekta/akarina dan 3 jenis mamalia (2 jenis tikus dan 1 jenis babi).

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui perubahan jenis hama dari periode 1 (1903-1980) ke periode 2 (2011). Beberapa jenis hama seperti rayap *Macrotermes* sudah ada sejak periode 1 menyerang

benih/perkecambahan dan sampai periode 2 jenis hama tersebut masih tercatat sebagai hama penting. Demikian pula jenis uret *Lepidiota*, *Leucopholis* dan *Holotrichia*. Uret menyebabkan kerusakan pada tanaman tebu baik di Jawa maupun di Sumatera. Uret *Lepidiota* dilaporkan sebagai hama penting terutama di daerah pengembangan tebu dengan tanah ringan berpasir seperti di Kabupaten Kediri, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Sleman, Kabupaten Tulungagung, dan Kabupaten Situbondo (Harjaka, 2014; Subiyakto dan Sunarto, 2018; Sunarto dan Subiyakto, 2018).

Penggerek pucuk, *Scirpophaga excerptalis* sampai saat ini dilaporkan sebagai hama yang sangat penting. Penggerek batang *Chilo sacchariphagus*, *Phragmataecia castanea* dan *Phragmataecia castanea* sampai pada periode 2 tercatat sebagai hama penggerek batang yang penting. Hal ini juga dilaporkan oleh Goebel *et al* (2014) dan Subiyakto (2016). Beberapa jenis hama perusak daun yang masih menjadi hama adalah belalang *Valanga nigricornis*, *Leucania* (= *Mythimna loreyi*), *Spodoptera* sp., *Locusta migratoria*, *Anticyra combusta* dan *Dicladispa*. Dilihat dari jumlah jenis hama ternyata jumlah jenis hama lebih banyak pada periode 1 dibanding periode 2.

Tabel 1. Jenis dan status hama tebu

PERIODE 1 (1903-1980) Kalshoven, 1981	PERIODE 2 (2011) Achadian <i>et al.</i> , 2012
1981	
PERUSAK BENIH DAN PERKECAMBAHAN	
Rayap, <i>Macrotermes gilvus</i>	<i>Macrotermes</i> **
Anjing tanah, <i>Gryllotalpa</i>	-
PERUSAK AKAR	
Kepik, <i>Stibaropus tabulatus</i>	-
Uret, <i>Apogonia destructor</i>	-
Uret, <i>Lepidiota stigma</i> *	<i>Lepidiota stigma</i> ***
<i>Leucopholis</i>	<i>Leucopholis rorida tibicens</i> *
-	<i>Tibicens</i> *
<i>Phyllophaga</i>	<i>Holotrichia helleri</i> *
-	<i>Euchlora viridis</i> *
PENGGEREK PUCUK	
<i>Tryporyza</i> (= <i>Scirpophaga</i>) <i>nivella</i>	<i>Scirpophaga excerptalis</i> ***
PENGGEREK BATANG	
<i>Chilo sacchariphagus</i>	<i>Chilo sacchariphagus</i> ***
<i>Phragmataecia</i>	<i>Phragmataecia castanea</i> ***
<i>Sesamia grisescens</i>	-
<i>Tetraneura</i>	-
-	<i>Dorysthenes</i> ***
-	<i>Chilo auricilius</i> ***
<i>Sesamia inferens</i>	<i>Sesamia inferens</i> *
<i>Chilo infuscatellus</i>	<i>Chilo infuscatellus</i> *
-	<i>Tetramoera schistaceana</i> *
-	<i>Dorysthenes</i> sp.
PERUSAK DAUN	
Ulat, <i>Cosmopteryx</i>	-
Kumbang, <i>Asamangul</i>	-

Belalang, <i>Valanga nigricornis</i>	<i>Valanga nigricornis</i> *
Ulat, <i>Agrotis</i>	-
Ulat, <i>Amsacta (Creatonotos) gangis</i>	-
<i>Discophora</i>	-
<i>Euproctis</i>	-
<i>Melanitis</i>	-
<i>Mocis</i>	-
<i>Mythimna</i>	<i>Leucania (Mythimna loreyi)</i> *
<i>Parnara barda (=philino)</i>	-
<i>Pelopidas spp.</i>	-
<i>Psalis (Dasychira) pennatula</i>	-
<i>Spodoptera mauritia</i>	<i>Spodoptera sp</i> **
<i>Thosea sijthoffi</i>	-
<i>Hypomeces squamosus</i>	-
<i>Locusta migratoria</i>	<i>Locusta migratoria</i> ***
-	<i>Antisyra combusta</i> **
-	<i>Dicladispa</i> *
PENGHISAP	
Kepik, <i>Nezera</i>	-
<i>Peregrinus</i>	-
<i>Perkinsiella</i>	<i>Perkinsiella saccharicida</i> **
<i>Phaenacantha saccharicida</i>	-
<i>Recilia dorsalis</i>	-
<i>Thaia oryzivora</i>	-
Aphids, <i>Ceratovacuna</i>	<i>Ceratovacuna lanigera</i> ***
<i>Melanopsis</i>	-
<i>Raphalosiphon</i>	-
<i>Aleurolobus</i>	<i>Aleurolobus barodensis</i> *
<i>Neomaskellia</i>	-
<i>Scales Aulacaspis</i>	-
<i>Odonaspis</i>	-
<i>Saccharicoccus</i>	<i>Saccharicoccus sacchari</i> *
-	<i>Eumetopina flavipes</i> ***
-	<i>Aulacaspis madiunensis</i> **
MAMALIA	
<i>Rattus argentiventer</i>	<i>Rattus rattus argentiventer</i> ***
-	<i>Bandicota indica</i> **
-	<i>Babirusa babirusa</i> *

*) Hama kurang penting, **) Hama penting, ***) Hama sangat penting

Hama penghisap yang sampai periode 2 masih menjadi hama *Perkinsiella saccharicida*, *Ceratovacuna lanigera*, *Aleurolobus barodensis*, *Saccharicoccus sacchari*, *Eumetopina flavipes*, *Aulacaspis madiunensis*. Jumlah jenis hama pada periode 2 tampak menurun. Pada periode sebelumnya atau periode 1 jumlah jenis hama penghisap 14 jenis. Menurut Darwin, spesies yang mampu bertahan terhadap perubahan bukanlah spesies yang paling kuat atau paling cerdas, tetapi mereka yang paling mampu beradaptasi terhadap perubahan. Gandhi, menyebutkan bahwa adaptasi bukanlah imitasi, melainkan kekuatan dalam perlawanan dan asimilasi.

2. Mengapa Terjadi Perubahan?

Terjadinya perubahan status hama disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: (1) Perubahan lingkungan, misalnya pergeseran pengembangan tebu dari ekosistem sawah ke lahan kering, perubahan teknik budidaya, perubahan tanam dari *Plant Cane* (PC) ke *Ratoon Cane* (RC), penggunaan bahan kimia (pestisida dan pupuk), pergeseran varietas, perubahan iklim (suhu); (2) Perubahan cara pandang manusia, adanya tuntutan terhadap produk pertanian yang semakin baik, penilaian terhadap status hama, kemajuan ilmu taksonomi/identifikasi hama); dan (3) terjadinya perpindahan/introduksi.

3. Pergeseran Sawah ke Lahan Kering

Pergeseran dari lahan sawah ke lahan kering menyebabkan serangga tanah terpengaruh (contoh anjing tanah *Gryllotalpa* sp.) tidak dijumpai di lahan kering, tetapi beberapa jenis uret mampu beradaptasi. Jenis hama perusak daun yang dulunya banyak menjadi berkurang. Jenis insekta berkurang dari 47 menjadi 27 jenis, jenis mamalia yang menjadi bertambah. Pada tahun 1988 lahan sawah 45% dan lahan kering 55%, namun seiring berjalannya waktu, perbandingan tersebut bergeser, sampai akhirnya tanaman tebu sebagian besar ditanam di lahan kering. Pada tahun 1992 perbandingan lahan sawah:kering (S:K) berubah menjadi 39% : 61%. Pada tahun 2014, 2015, dan 2017 terus menurun dengan perbandingan berturut-turut: S: K= 32%:68%; 28% : 72%, dan 22% : 78%. Kondisi ini otomatis juga mengubah dosis pupuk, yang cenderung lebih meningkat. Peningkatan N, akan mempercepat siklus hidup serangga. Akibatnya populasi serangga hama juga meningkat (Tanzubil, 2014).

4. Pengaruh Perubahan Iklim

Meskipun belum ada penelitian yang komprehensif tentang perubahan iklim terhadap perkembangan OPT (hama dan penyakit), namun tanda-tanda kejadian di lapangan menunjukkan indikator yang kuat, bahwa ada kaitan yang erat antara perubahan iklim dengan masalah OPT. Nurindah dan Yulianti (2018) melaporkan bahwa perubahan iklim akan menyebabkan perubahan hama dan penyakit juga cara pengelolaannya. Peningkatan suhu udara serta CO² berpengaruh langsung dan tidak langsung terhadap serangga. Pengaruh langsung terhadap serangga antara lain perubahan reproduksi, daya hidup, penyebaran, perilaku dan fisiologi. Pengaruh tidak langsung terhadap serangga adalah melalui pertumbuhan tanaman inang. Pada suhu di atas 32 °C ruas tebu memendek, jumlah ruas bertambah, kandungan serat meningkat, kandungan sukrosa menurun dan menurunkan produksi. Peningkatan CO₂ menyebabkan penurunan nitrogen pada daun, dan dapat meningkatkan serangga dalam mengkonsumsi daun sampai 40% untuk kompensasi kebutuhan nitrogen yang cukup. Di pihak lain mengurangi daya tahan tanaman terhadap serangga hama (Belskaya dan Vorobeichik, 2013).

5. Dinamika Pengelolaan Hama

Selain keberadaan hama yang mengalami perubahan, sistem pengelolaan hama pun berubah seiring berjalannya waktu. Menurut Untung (2006) pengelolaan hama di Indonesia terdiri atas 4 era. Pertama sebelum tahun 1942, pengelolaan hama dilakukan secara tradisional dan alami, misalnya kultur teknis, pranoto mongso, mekanis, sanitasi, dan pestisida alami. Kedua era penggunaan pestisida kimia sintetik. Sejak penggunaan pestisida sintetik populer (1942 – 1985), pengelolaan berbasis kimiawi (pestisida kimia). Ketiga era pada tahun 1985 – 2000, pengendalian hama secara terpadu (PHT) berbasis teknologi, yaitu dengan: monitoring, penggunaan benih bebas hama, pengolahan tanah, pergiliran tanaman, pengaturan waktu tanam, varietas toleran,

mekanis, pengendalian hayati, sanitasi kebun, pestisida kimia, pengendalian berdasarkan peraturan/undang-undang. Pengendalian ini kemudian berkembang menjadi era keempat, yaitu menjadikan petani sebagai ahli PHT melalui Sekolah Lapang PHT yang mengedepankan budidaya tanaman sehat, konservasi musuh alami, dan monitoring hama.

Sejak tahun 2000 – sekarang, pengendalian lebih mengarah kepada PHT berbasis ekologi, dimana PHT tidak hanya sebatas teknologi, tetapi berkembang menjadi suatu konsep penyelesaian masalah berbasis ekologi yang berdasar kepada ekologi lokal dan pemberdayaan petani. PHT berbasis ekologi disesuaikan dengan masalah yang dihadapi di setiap lokasi dan melibatkan kearifan lokal. PHT lebih menekankan pengelolaan proses dan mekanisme ekologi lokal daripada intervensi ekologi.

Pengelolaan lahan antara lain dapat dilakukan dengan mengembalikan residu tanaman atau pupuk hijau. Cara ini akan meningkatkan bahan organik tanah dan memperkaya keragaman arthropoda, memperbaiki kinerja mikroba tanah, keragaman hayati tanah, meningkatkan aktivitas predator, memperbaiki kualitas tanah. Peningkatan keragaman hayati akan memberikan berbagai keuntungan terhadap kinerja musuh alami. Sebaliknya, membakar residu tanaman tebu dapat menurunkan populasi predator jenis semut, laba-laba, kumbang helm serta berdampak negatif terhadap kondisi tanah.

6. Kesimpulan dan Saran

Sejak tebu dibudidayakan pada zaman Belanda sampai sekarang, telah terjadi perubahan komposisi jenis hama dan status hama. Dari 47 jenis hama sekarang berkurang menjadi 27 jenis insekta dan akarina. Status hama, juga mengalami perubahan, beberapa jenis hama tetap bertahan sebagai hama penting, kurang penting, bahkan jenis lainnya tidak tercatat sebagai hama. Perubahan jenis dan status hama disebabkan oleh pengaruh lingkungan pergeseran pengembangan tebu dari lahan sawah ke lahan kering (cara tanam, varietas, penggunaan bahan kimia, PC/RC) dan perubahan iklim. Dinamika pengelolaan hama juga mengalami perubahan, dari tradisional ke pengendalian berbasis kimia yang kemudian berkembang menjadi pengendalian berbasis teknologi. Selanjutnya tidak terjadi perkembangan teknologi pengelolaan hama yang berarti. Saat ini status pengelolaan hama pada tanaman tebu masih pada tahap PHT berbasis teknologi. Seharusnya sudah sampai pada PHT berbasis ekologi. Oleh karena itu disarankan segera menerapkan PHT berbasis ekologi dan menghidupkan kembali SLPHT.

7. Daftar Pustaka

- Achadian, E.M., Kristiani, A., Magarey, R.C., Sallam, N., Samson, P., Francois-Reges Goebel, dan Lonie, K. 2011. Hama dan Penyakit Tebu. Buku Saku. Kerjasama P3GI dengan BSES Limited, Australia dan ACIAR. 154 hal.
- Belskaya, E.A. and Verobeichik, E.L. 2013. Respons of Leaf-Eating Insects Feeding on Aspen to Emissions from the Middle Ural Copper Smelter. *Russian Journal Ecology* 44: 108-117.
- Goebel, F.R., E. Achadian and P. Meguire. 2014. The Economic Impact of Sugarcane Moth Borers in Indonesia. *Sugar Tech*, 16(4) : 405-410.
- Kalshoven, L.G.F. 1981. Pests of Crops in Indonesia. Rev. by Van Der Laan. PT Ichtiar Baru van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Harjaka, T. 2014. Pengembangan Patogen Serangga untuk Pengendalian *White Grubs* Perusak Akar Tebu. Seminar Bulanan Balittas, Bulan Februari 2014. Tidak dipublikasi.
- Nurindah dan T. Yulianti. 2018. Pengelolaan Serangga Hama dan Penyakit Tebu dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 10(1) :39-53.

- Pawirosemadi, M. 2011. Dasar-Dasar Teknologi Budidaya Tebu dan Pengolahan Hasilnya. Editor: Simoen, S. Penerbit Universitas Negeri Malang (UM Press). 811 hal.
- Subiyakto. 2016. Hama Penggerek Tebu dan Perkembangan Teknik Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 35(4): 179-186.
- Subiyakto dan DA Sunarto. 2018. Periode Penutupan Tanah dengan Mulsa Plastik terhadap Populasi Uret (*Lepidiotia stigma* Fabricius) dan Produktivitas Tebu. *Jurnal Littri*, 24(1): 21-28.
- Sunarto, DA dan Subiyakto. 2018. Efisiensi Penggunaan Mulsa Plastik dalam Pengendalian Uret (*Lepidiotia stigma* Fabricius) pada Tanaman Tebu. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 10(2) : 63-71.
- Tanzubil PB. 2014. Effects of Variety and Nitrogen Fertilization on Insect Pest Incidence in Sorghum in the Sudan Savanna of Ghana. *Journal of Entomology & Zoology Studies*, 2(6): 12 – 15.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Edisi-2. Gajah Mada Press. 348 hal.

Status Penyakit Tebu di Indonesia

Status of Sugarcane Diseases in Indonesia

Titiek Yulianti

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas)

Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199 Malang, Jawa Timur

Abstrak. Meskipun ada sekitar 30 macam penyakit tebu yang ada di Indonesia, namun hanya ada beberapa yang penting karena menurunkan produksi tebu dan gula. Penyakit-penyakit tersebut antara lain adalah: penyakit sereh, pokkah boeng, blendok, mosaik, luka api, pembuluh, lapuk akar dan pangkal batang, dan mosaik bergaris. Dinamika kejadian penyakit-penyakit tersebut berfluktuasi dari waktu ke waktu akibat perubahan sistem tanam, perubahan ekosistem lahan sawah ke lahan tadah hujan yang lebih kering, pergantian jenis varietas yang ditanam, serta akibat terjadinya perubahan iklim. Tulisan ini mengulas penyakit-penyakit yang pernah menjadi masalah penting karena menurunkan produksi tebu secara nyata dari waktu ke waktu serta saran pengendalian yang harus dilakukan secara terpadu demi kelangsungan perkebunan tebu dalam mendukung industri gula nasional.

Kata kunci: penyakit tebu, periode, varietas, karantina.

Abstract. Actually, there are more than 30 sugarcane diseases found in Indonesia, but only a few diseases qualified as an important diseases because it reduced sugarcane and sugar production. The diseases were: sereh, pokkah boeng, leaf scald, mosaic, smut, ratoon stunting, root and basal stem rot, and streak mosaic. The occurrence of the diseases are fluctuated from time to time due to the change of cropping system, change of ecosystem from wetland (rice field) to drier rainfed area, the shift of varieties, and also the occurrence of climate change. This paper reviews the diseases that were once qualified as an important diseases or problem because they could significantly reduced sugarcane production as well as the diseases control recommendation that must be carried out for the continuity of sugarcane plantations in supporting the national sugar industry.

Keywords: sugarcane disease, period, variety, quarantine

1. Pendahuluan

Salah satu kendala produksi tebu adalah adanya serangan hama dan penyakit. Meskipun jumlah penyakit yang ada di Indonesia, cukup banyak (sekitar 30 jenis penyakit), namun yang menurunkan produksi hanya ada beberapa. Penyakit-penyakit tersebut disebabkan terutama oleh bakteri, virus, dan jamur. Status penyakit tebu yang penting, saat ini adalah mosaik, mosaik bergaris, luka api dan blendok. Karat, pokkah boeng, dan bercak daun lainnya hanya sekali sekali dilaporkan parah di lokasi-lokasi tertentu. Sedangkan penyakit lapuk akar meskipun penting, hanya terjadi di Sumatera Selatan dan Lampung.

Penyakit mosaik cukup merugikan. Menurut laporan, jika kejadian penyakit mosaik 30-50%, maka kerugian yang ditimbulkan dapat mencapai lebih dari 10%. Sebenarnya ada beberapa jenis virus yang menjadi penyebab penyakit mosaik pada tanaman tebu, yaitu virus mosaik tebu, virus mosaik bergaris tebu, dan virus mosaik sorgum. Yang paling banyak ditemukan saat ini adalah mosaik dan mosaik bergaris. Gejala mosaik mulai terlihat pada tanaman muda (+3 bulan),

terutama pada daun-daun ke 2-4, terlihat garis-garis dan noda-noda berwarna hijau muda sampai kuning. Penyakit mosaik mempengaruhi pertumbuhan tanaman, jumlah anakan, dan produksi gula karena klorofil yang berfungsi utama dalam fotosintesis terganggu. Sedangkan gejala penyakit mosaik bergaris terlihat ada garis-garis halus berwarna hijau muda, kuning atau putih pada helaian daun tebu yang terserang.

Penyakit luka api merupakan penyakit penting kedua yang saat ini banyak terjadi di Jawa dan Sulawesi Selatan, dan Sulawesi tenggara. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Sporisorium scitamineum* (Sydow). Gejala yang ditimbulkan biasanya diawali dengan daun-daun yang cenderung tegak, kemudian bagian ujung kaku keras dan agak kembang. Gejala tersebut kemudian berkembang diikuti munculnya cambuk berwarna hitam yang merupakan perubahan bentuk dari daun termuda. Rumpun tebu yang terinfeksi cenderung memiliki anakan banyak dan menyerupai rumput karena ukurannya kecil, beberapa anakan juga membentuk cambuk. Penyakit ini sangat menghambat pertumbuhan tebu dan produksi, bahkan kadar gula tebu.

Kondisi kering dengan tiupan angin merupakan kondisi yang optimum untuk penyebaran spora sehingga kejadian penyakit menjadi parah. Pengendalian terbaik untuk penyakit ini adalah bibit sehat.

Sampai saat ini penyakit lapuk akar dan pangkal batang pada tebu hanya ditemukan di PG Gunung Madu, Lampung dan di PG Cinta Manis, Palembang Sumatera Selatan. Penyebab penyakit lapuk akar adalah jamur *Xylaria cf. warburgii*. Gejala yang ditimbulkan biasanya terlihat pada tanaman dewasa yang terlihat layu dan kering. Bagian pangkal batang busuk dan kering. Penyakit ini sangat merugikan karena mampu menurunkan produksi gula sampai 15% pada tingkat serangan 26%.

Langkah pengendalian yang perlu diantisipasi untuk mencegah penyebaran dan ledakan penyakit-penyakit tersebut bisa dilakukan melalui: karantina; penggunaan benih sehat dan bebas penyakit; penggunaan varietas tahan yang harus dilakukan secara bergilir (tidak boleh terus menerus).

2. Kesimpulan

Beberapa penyakit penting pada tebu yang perlu diwaspadai penyebaran dan kejadiannya karena bisa menurunkan produksi tebu antara lain adalah: mosaik dan mosaik bergaris, luka api, lapuk akar. Perubahan iklim, sistem tanam dan lahan serta pergantian varietas merupakan salah satu pemicu munculnya suatu penyakit penting yang tadinya kurang penting. Oleh karena itu, diperlukan pergiliran dan penataan varietas yang bijaksana, karantina, dan penggunaan benih yang sehat untuk mencegah penyebaran dan ledakan suatu penyakit.

Metode Deteksi Sugarcane Streak Mosaic Virus

Detection Method of Sugarcane Streak Mosaic Virus

Sri Hendrastuti Hidayat

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian – IPB

Email:

1. Pendahuluan

Virus tumbuhan adalah patogen penyebab penyakit yang penting karena dapat menyebabkan kehilangan hasil dan kerugian ekonomi. Virus merupakan parasit obligat, artinya sangat bergantung pada tanaman inang untuk replikasi (multiplikasi). Berbeda dengan patogen tumbuhan lainnya (bakteri, cendawan, nematoda), virus bersifat submikroskopis. Infeksi virus bersifat sistemik, artinya translokasi virus terjadi pada semua bagian tanaman.

Mengapa perlu melakukan diagnosis & deteksi virus?

Ada beberapa tujuan perlunya melakukan diagnosis & deteksi virus, tergantung kepentingannya,

- *Program Karantina*: untuk memastikan bahwa bahan tanaman bebas dari penyakit (virus) yang belum ada di suatu wilayah atau negara.
- *Program Penyediaan Benih dan Bibit Sehat* : untuk memastikan bahwa bahan perbanyakkan tanaman bebas dari penyakit (virus).
- *Program Survei dan Pemantauan Penyakit*: untuk menentukan distribusi, insidensi dan keparahan penyakit yang disebabkan virus dari komoditas tertentu dan dalam suatu wilayah tertentu
- *Program Kajian Epidemiologi Penyakit*: untuk mengkaji epidemiologi suatu penyakit yang disebabkan virus diperlukan metode yang sensitif dalam menganalisis sampel lapangan untuk mempelajari epidemi penyakit (virus).

Ada empat cara dalam mendeteksi virus dalam suatu tanaman, yaitu:

- Secara Biologi, dengan berdasarkan gejala visual dan cara penularan
- Secara Serologi berdasarkan sifat protein virus melalui metode ELISA dan DIBA/TBIA
- Secara Fisik, berdasarkan morfologi partikel (mikroskop elektron) dan sifat fisik fisiknya
- Secara Molekuler berdasarkan sifat asam nukleat virus: dengan menggunakan metode PCR dan hibridisasi asam nukleat.

1.1. Deteksi Virus secara Biologi

Pengamatan gejala merupakan tahapan awal dalam diagnosis penyakit. Walaupun demikian, diagnosis penyakit tidak cukup hanya mengandalkan gejala visual. Jadi diperlukan deteksi lanjutan, misalnya uji serologi.

Di bawah merupakan beberapa contoh gejala penyakit yang disebabkan oleh virus:



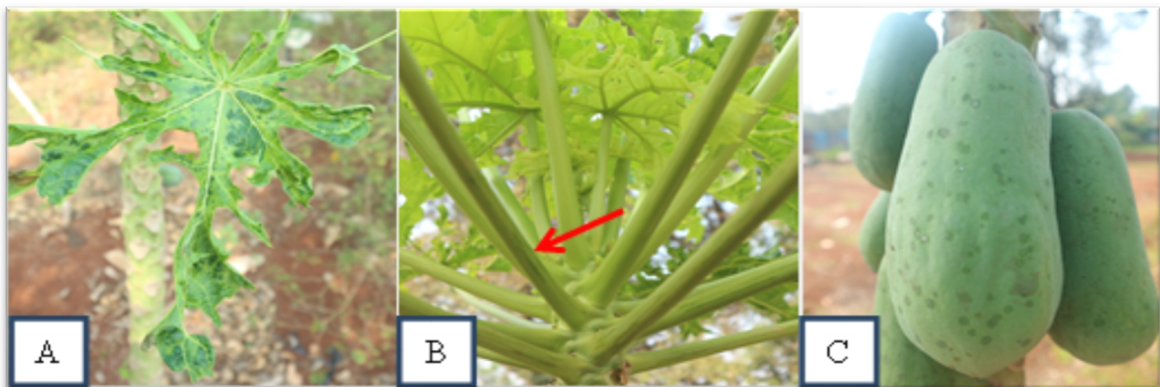
Rice grassy stunt virus



Banana bunchy top virus



Pepper yellow leaf curl virus

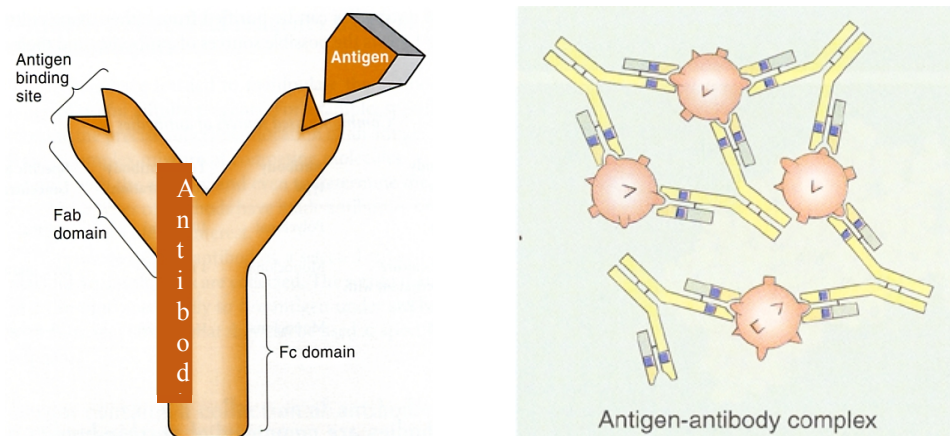


Papaya ringspot virus

Gambar 1. Contoh Gejala Penyakit Tanaman yang disebabkan Virus

1.2. Deteksi Virus dengan Metode Serologi

Prinsip kerja serologi adalah reaksi spesifik antibodi (antiserum) dengan antigen (virus target).



Gambar 2. Prinsip kerja deteksi dengan Serologi

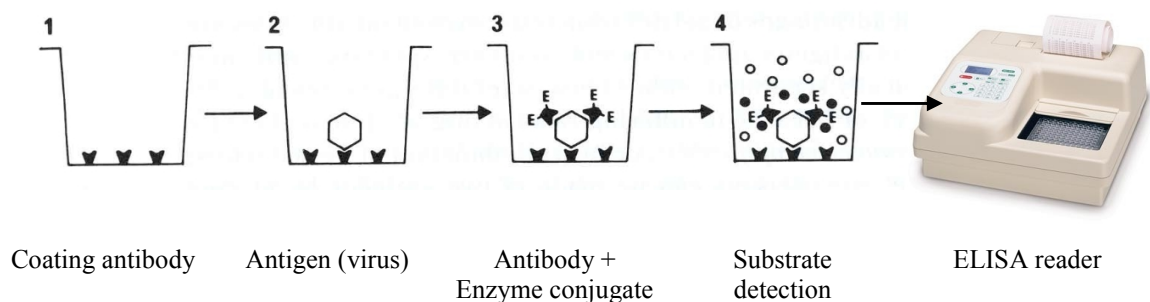
Metode serologi yang sangat sensitif dan paling banyak digunakan untuk mendeteksi virus dari ekstrak tanaman sakit, yaitu Antibodi ELISA (*Enzyme-linked immunosorbent assay*). Saat ini ada 7 ELISA, yaitu :

- Double Antibody Sandwich (DAS-ELISA)
- Triple Antibody Sandwich (TAS-ELISA)
- Plate Trapped Antibody (PTA ELISA)
- Nitrocellulose Membrane (NCM-ELISA)
- Tissue Blot Immunoassay (TBIA)
- Dot Immunobinding Assay (DIBA)
- Immunostrip Assays DAS – ELISA

1.2.1 DAS ELISA

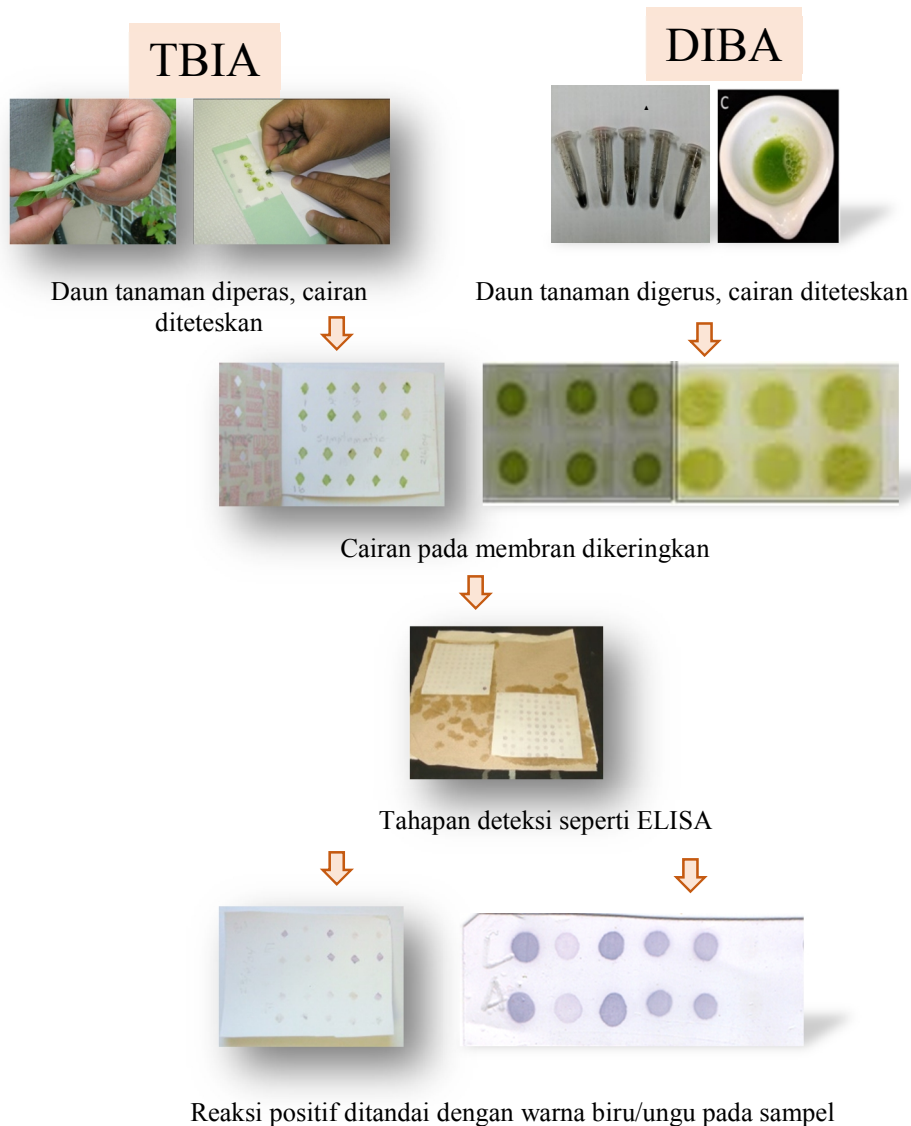
Komponen utama : Plat mikrotiter, Antiserum (antibodi), Antigen (tanaman sakit) , Substrat antiserum (PNP), dan ELISA reader (spectrophotometer).

Cara Kerja:



1.2.2 Tissue Blot Immunoassay (TBIA) Dot Immunobinding Assay (DIBA)

TBIA dan DIBA adalah metode serologi yang mirip dengan ELISA. Perbedaan utamanya adalah pada penggunaan membran nitroselulosa pada TBIA dan DIBA sebagai pengganti plat mikrotiter pada ELISA. Cairan atau ekstrak tanaman ditetaskan pada *membrane*, dilanjutkan dengan tahap deteksi seperti ELISA.



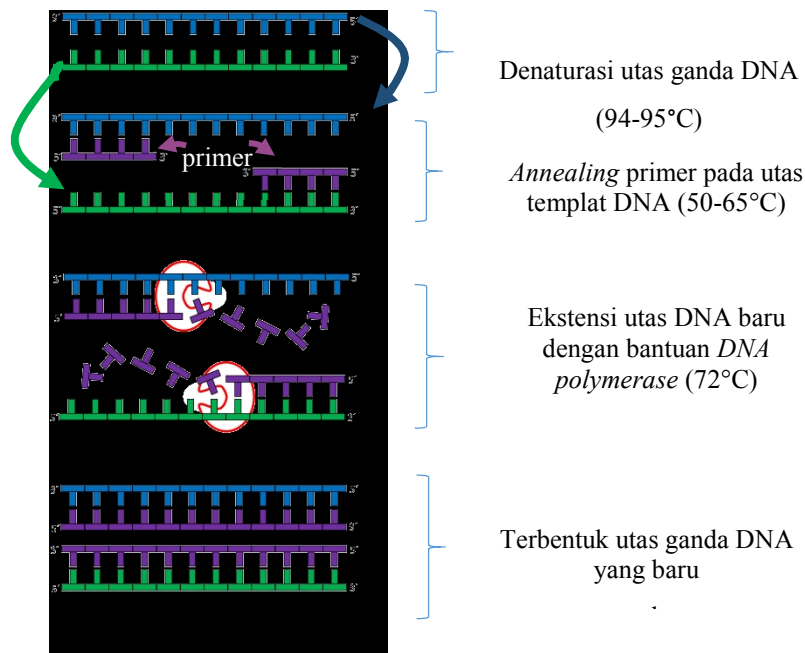
Gambar 3. Cara Kerja Deteksi dengan Metode TBIA dan DIBA

1.3. Deteksi Virus Berdasarkan Morfologi Partikel

Cara ini biasanya menggunakan mikroskop elektron. Bentuk dan ukuran partikel virus bersifat diagnostik. Ada beberapa kelompok virus berdasarkan morfologinya, misalnya Potyvirus, Tobamovirus, Potexvirus, Closterovirus, dan Geminivirus.

1.4. Deteksi Virus dengan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR)

PCR merupakan proses penggandaan fragmen DNA (ds DNA) secara enzimatik dalam kondisi *in vitro*. Komponen utama yang diperlukan untuk melakukan deteksi ini adalah : nukleotida (dNTPs), sepasang primer spesifik, enzim DNA polimerase, thermocycler (mesin PCR), gel electrophoresis set.

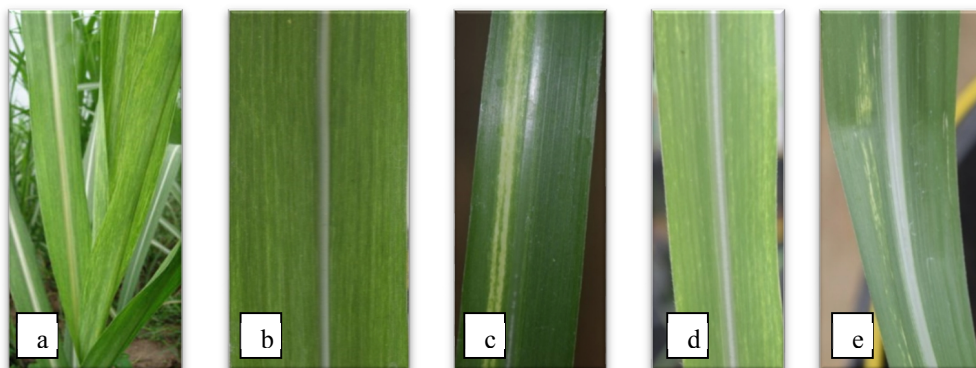


Gambar 4. Cara Kerja Deteksi dengan Metode PCR

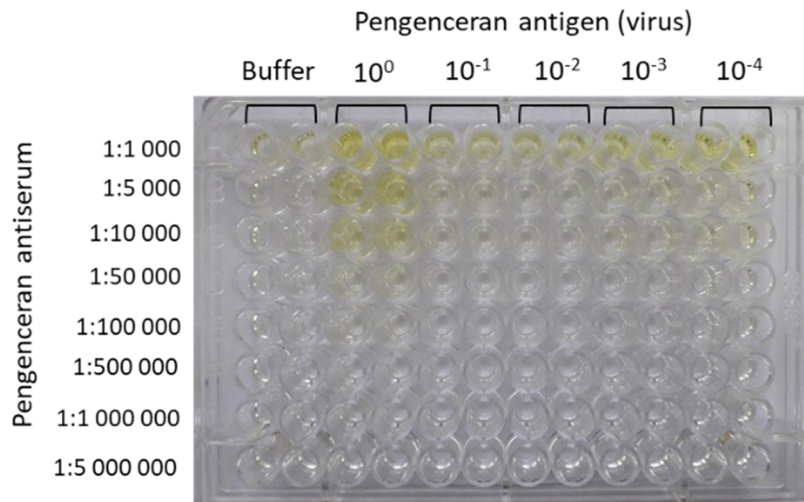
2. Deteksi SCSMV pada Tebu

Sugarcane Streak Mosaic Virus merupakan virus penyebab penyakit mosaik bergaris pada tanaman tebu. Virus ini termasuk Famili *Potyviridae* Genus *Poacevirus*. Gejala yang ditimbulkan adalah: mosaik, mosaik bergaris (*streaks* atau *stripes*) pada daun, bercak klorosis di antara tulang daun (Gambar 5a), kadang-kadang menyebabkan ruas batang memendek dan diameter batang menjadi kecil. Pada beberapa varietas tebu, terdapat variasi gejala yang berbeda (Gambar 5). Deteksi SCSMV pada tebu dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu :

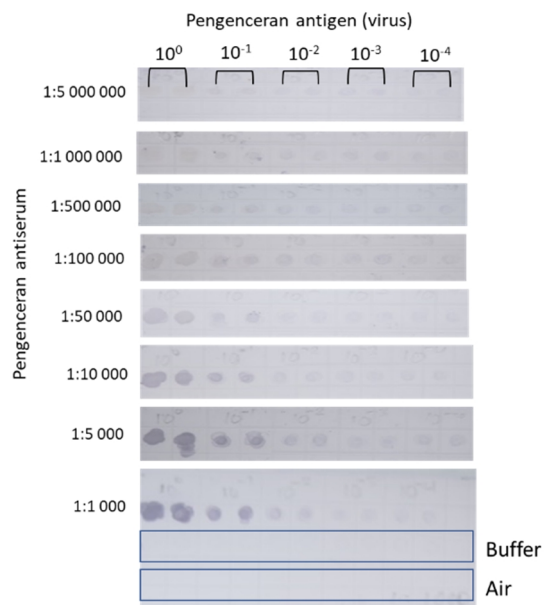
- Secara Biologi: berdasarkan gejala visual
- Secara Serologi: berdasarkan sifat protein virus, bisa dengan metode ELISA atau dengan metode DIBA/TBIA
- Secara Molekuler: berdasarkan sifat asam nukleat virus, yaitu dengan metode PCR



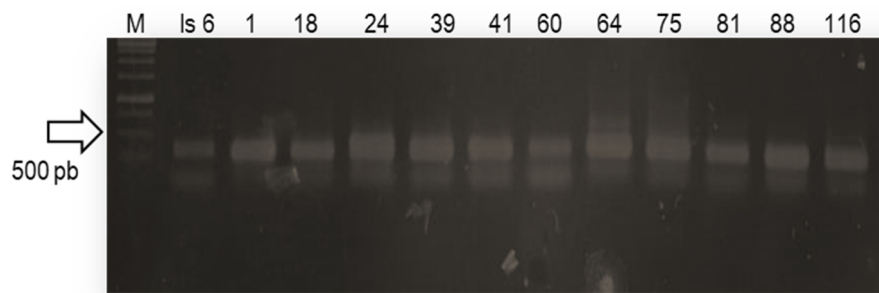
Gambar 5. Variasi gejala SCSMV pada beberapa varietas a) tebu di Indonesia b) PS 851 c) PS 862 d) PSCO 902 e) PS 864



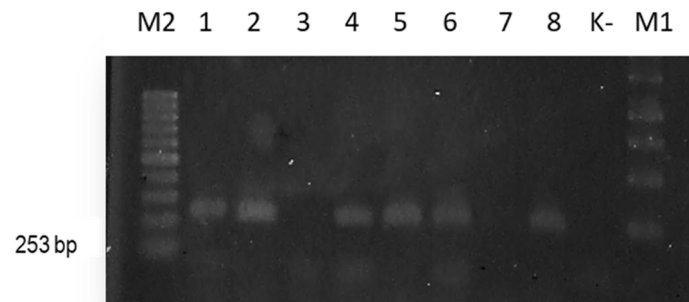
Gambar 6. Deteksi SCSMV dengan metode Indirect-ELISA menggunakan antiserum spesifik (anti α CP SCSMV).



Gambar 7. Deteksi SCSMV dengan metode Reverse Transcription-PCR



Gambar 8. Primer SCSMV AP3 dan SCSMV 547F dengan Amplikon: 547 bpSiklus amplifikasi: 94 C,2 min; (94 C, 30sec; 50 C, 1 min; 72 C, 2 min; 72 C, 10 min) 35 cycles; 4 C , ~



Gambar 1. Primer SCMV F1 dan SCMV R1 dengan ampikon : 253 bp, siklus amplifikasi : 95 C ,5 min; (95 C, 20 sec; 64 C, 20 sec; 72 C, 1 min; 72 C, 5 min) 35 cycles; 4 C , ~

3. Kesimpulan

Deteksi virus, termasuk SCSMV dapat dilakukan menggunakan beberapa metode deteksi. Masing-masing metode deteksi virus berbeda dari aspek sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi. Jenis alat-alat baru dan perkembangan teknologi akan berpengaruh terhadap efisiensi dan efektivitas metode deteksi virus. Pemilihan metode deteksi yang akan digunakan perlu mempertimbangkan aspek biaya dan tenaga pelaksana.

Distribusi Hama dan Penyakit Penting Tebu di Indonesia

The Distribution of Sugarcane Pest and Diseases in Indonesia

N. Thompson¹, F. RGoebel², E. A. Kristini³, EM Achadian³, T. Yulianti⁴ dan H. Prabowo⁴

¹Sugar Research Australia (SRA)

²Centre for International Agricultural Research and Development/ Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

³Pusat Penelitian Perkebunan Gula (P3GI)

⁴Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas)

1. Pendahuluan

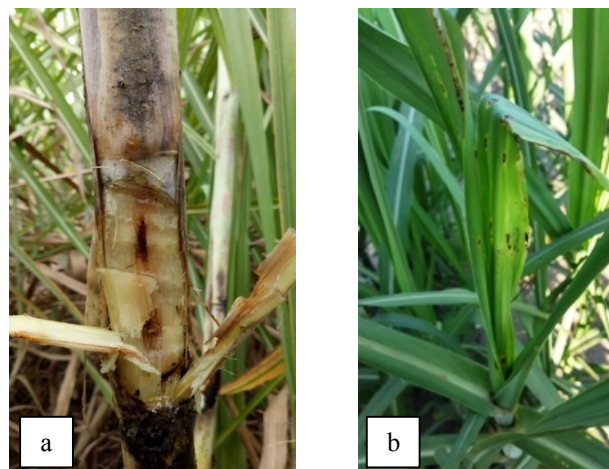
Kegiatan ini bertujuan untuk memetakan distribusi dan mengetahui tingkat intensitas hama dan penyakit tebu di Indonesia. Informasi ini penting karena menjadi dasar pengendalian hama dan penyakit tebu bagi pihak yang berkaitan dengan perkebunan tebu dan industri gula di Indonesia. Bagi karantina, informasi ini berguna dalam mengawasi dan memonitor pergerakan benih tebu antar provinsi dan pertukaran varietas tebu dari dan ke luar negeri.

Survei hama dan penyakit dimulai tahun 2008-2010 di 30 PG di seluruh Jawa, kemudian dilanjutkan pada tahun 2016 di 1 PG di Jawa Barat dan 5 PG di Sumatera; pada tahun 2017 di 7 lokasi perkebunan tebu di Sulawesi Selatan dan Kendari.

2. Hama

Hama utama pada tanaman tebu adalah penggerek batang, penggerek pucuk, dan uret. Hama lain yang kadang-kadang ada adalah babi, kutu tebu, dan wereng.

Penggerek pucuk yang disebabkan oleh *Scirpophaga excerptalis*. Daerah yang perlu diwaspadai terhadap serangan ini terutama di Sumatera Selatan/ Lampung, Jawa Barat, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara. Jawa Tengah juga banyak ditemukan serangan hama ini dengan intensitas sedang. Sedangkan daerah perkebunan tebu lainnya (Jawa Timur, Nusa Tenggara dan Papua Barat) rendah. Penggerek pucuk tidak ditemukan di Kendari.



Gambar 1. Gejala serangan a. penggerek pucuk b. penggerek batang

Penggerek batang (*Chilo sacchariphagus*) banyak ditemukan di Lampung, Sumatera Utara, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara dengan intensitas serangan yang cukup tinggi. Sedangkan di Jawa Tengah, Jawa Timur, Madura, dan Nusa Tenggara serangannya rendah. Penggerek batang berkilat (*C. auricilius*) ditemukan di hampir seluruh perkebunan tebu di Indonesia dengan tingkat serangan yang rendah. Penggerek batang *C. terrenellus* hanya ditemukan di Papua dengan intensitas yang cukup tinggi. Sedangkan penggerek batang raksasa (*Phragmataecia castanea*) hanya ditemukan di Lampung.

Hama uret pada tebu cukup banyak spesiesnya, antara lain yaitu: *Lepidiota stigma*, *E. viridis*, *H. helleri*, *P. nicobarica*, dan *Leuchopolis rorida*. Uret merupakan hama utama yang paling banyak merugikan petani tebu di Jawa Timur, menyusul Jawa tengah. Hama uret juga ditemukan di Lampung, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara dengan intensitas rendah.

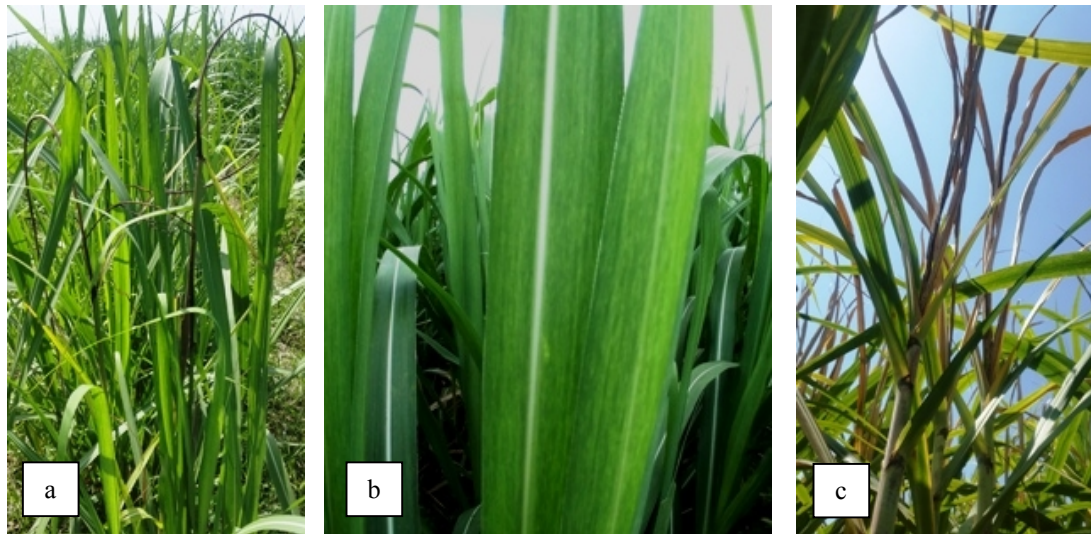


Gambar 2. Larva uret yang diawetkan

3. Penyakit

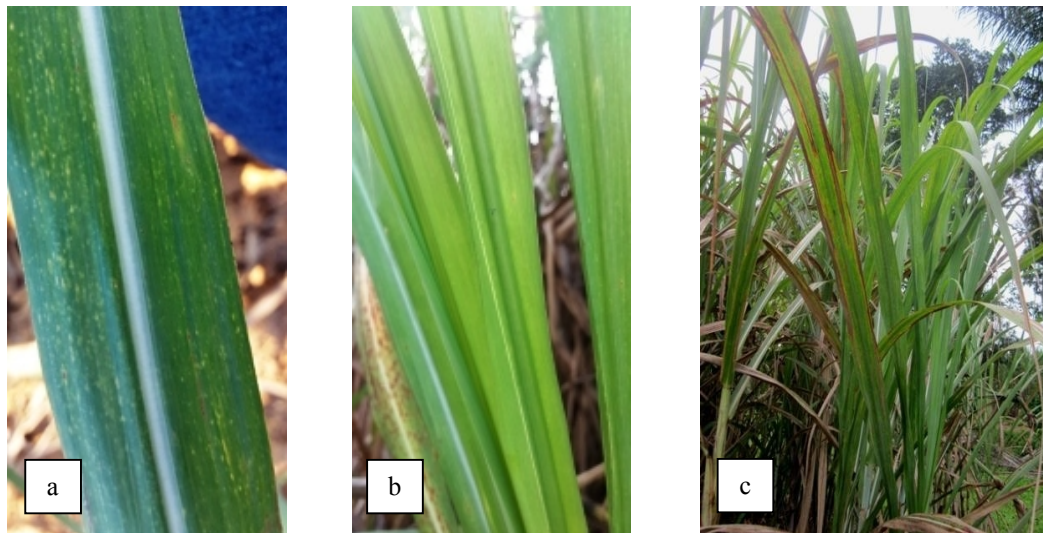
Hasil survei penyakit mosaik bergaris di 37 kebun PG di Jawa Tengah dan Jawa Timur pada tahun 2008-2010 menunjukkan bahwa PS 864 paling rentan dan hampir terlihat di semua lokasi survei dengan tingkat kejadian sekitar 95%, disusul PSJT 941 dan PS 862 dengan tingkat kejadian sekitar 65%. PS 851 dan BL sekitar 42-45%. Sedangkan KK dan SS 57 sekitar 10%. Varietas lain yang berkembang di Jawa seperti PS 921, PS CO 617, PS 951, PS 891, PS 865, PS 97-226, PS 60, PS 881 dan Triton keparahannya kurang dari 5%. Sedangkan di Sumatera dan Jawa Barat varietas yang paling banyak terserang adalah BZ 134/Cening (34%), Cening (19%), dan PS 881 (6%). Sedangkan di Sulawesi yang paling banyak terserang adalah PS 881 (21%), menyusul KK (8%), dan PSJT 941 (2%).

Penyakit lain yang perlu diwaspadai adalah penyakit luka api yang disebabkan oleh jamur *Sporisorium scitamineum*. Daerah-daerah yang paling perlu diwaspadai adalah Madura, Sumbawa Timur, dan Sumba. Penyakit blendok yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas albilineans* sudah mulai banyak ditemukan di Sulawesi Selatan, beberapa di Sumatera Selatan/ Lampung, Sulawesi Tenggara dan Kendari serta Papua. Serangan bakteri ini ditemukan dengan tingkat kejadian sedang di Jawa Timur.



Gambar 3. Gejala a. luka api b. mosaik bergaris c. busuk pucuk

Penyakit pembuluh yang disebabkan oleh bakteri *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* ditemukan dengan tingkat serangan sedang di Jawa Timur, menyusul di Jawa Tengah dan Sumatera Selatan dengan tingkatan rendah. Penyakit klorosis bergaris banyak ditemukan di Jawa Timur dan Jawa Tengah dengan tingkat serangan sedang, disusul Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Kendari, Sumbawa Timur, dan Sumba.



Gambar 4. Gejala a. noda kuning b. blendok c. daun hangus

Penyakit pokkah boeng yang disebabkan oleh jamur *Fusarium moniliforme*, penyakit noda kuning (*Mycovellosiella koepkei*) ditemukan di hampir seluruh perkebunan tebu di Indonesia, namun belum membahayakan. Penyakit karat ada dua macam, yaitu penyakit karat coklat dan karat merah yang disebabkan oleh jamur *Puccinia kuehnii* dan *P. melanocephala* ditemukan di Jawa dengan tingkat kejadian sedang, di Sumatera Utara, Sumatera Selatan/ Lampung, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Kendari, Sumbawa Timur, Sumba, dan Papua Barat tingkat kejadiannya rendah. Penyakit daun hangus (*Stagonospora sacchari*) banyak ditemukan di

Sumatera Selatan/Lampung dan Sumatera Utara dengan tingkat kejadian sedang. Penyakit ini juga ditemukan di Jawa Tengah dengan tingkat kejadian rendah.

Penyakit busuk akar/pangkal batang (*Xylaria* spp.) sampai saat ini hanya ditemukan terutama di Lampung dan Sumatera Selatan, namun dengan tingkat kejadian yang tinggi dan berkembang setiap tahunnya.

4. Kesimpulan

- Serangan hama penggerek pucuk tebu di Sumatera Selatan, Jawa, Sulawesi Selatan, Papua, dan Nusa Tenggara.
- Penggerek batang tebu menyerang seluruh perkebunan tebu di Indonesia dengan intensitas dan spesies yang berbeda.
- Hama uret menyerang wilayah Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Jawa dengan intensitas dan spesies yang berbeda.
- Hama baru tebu muncul karena peralihan lahan dan berkurangnya inang utama.
- Serangan virus mosaik bergaris paling banyak terjadi di Jawa, dan mulai ditemukan di Sumatera dan Sulawesi.
- Serangan jamur luka api sudah harus diwaspadai, terutama pada varietas BL.
- Penyakit blendok harus diwaspadai, terutama di Sulawesi karena serangan yang akut akan menyebabkan kematian pada tanaman muda.

Cara Penularan, Epidemiologi, dan Kehilangan Hasil Tebu dari Penyakit Mosaik Bergaris

The Transmission, Epidemiology, and Sugarcane Loss due to Striped Mosaic Disease

R Magarey¹, A. Kristini², F. R. Goebel³, dan E. M. Achadian²

¹ Sugar Research Australia (SRA)

² Pusat Penelitian Perkebunan Gula (P3GI)

³ Centre for International Agricultural Research and Development /Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

1. Pendahuluan

Tebu merupakan salah satu komoditas penting di Indonesia dan menyumbang sekitar 11,5 milyar rupiah terhadap perekonomian Indonesia dan melibatkan sekitar 140.000 petani dan sekitar 1.3 juta pekerja yang berkaitan dengan industri gula. Di Indonesia tercatat sekitar 58 pabrik gula yang terlibat dalam pengolahan 30 juta ton tebu yang berasal dari 380-400 ribu ha dimana 75% lahan berada di Jawa. Meskipun demikian, produksi gula nasional pada tahun 2014 diperkirakan hanya sekitar 2,54 juta ton/tahun, sementara kebutuhan masyarakat dan industri sekitar 5,7 juta ton gula/tahun. Melihat kebutuhan gula domestik dalam negeri Indonesia demikian besar, pemerintah bertekad untuk mewujudkan swasembada gula. Selama lebih dari 40 tahun, produktivitas tebu terus menurun sehingga produksi gula nasional rendah. Salah satu kendala rendahnya produksi gula di Indonesia adalah hama dan penyakit tanaman. Tercatat ada 3 macam hama utama pada tanaman tebu, yaitu: *Scirpophaga excerptalis*, *Chilo auricilius* dan *C. sacchariphagus* yang sangat merugikan dan menurunkan produksi.

Pada project sebelumnya, '*Integrated Pest Management of Stem Borers and Insect Vectors of Viral Diseases of Sugarcane in Indonesia*' yang didanai oleh ACIAR, P3GI berhasil membuat rekomendasi tentang Pengendalian Hama Tanaman (PHT) tebu dan sekarang sudah diimplementasikan. Hasil observasi P3GI dan ACIAR menyebutkan bahwa saat ini penyakit penting pada tebu antara lain Penyakit Mosaik Bergaris/Sugarcane Streak Mosaic (SCSM) yang tersebar di hampir seluruh pertanaman tebu di Jawa dan menurunkan hasil sangat nyata (AUD50-100 juta) setiap tahunnya.

Penyakit ini juga dikhawatirkan mempengaruhi perkebunan tebu di Papua Barat. Bahkan >80% dari sekitar 931 tanaman yang disurvei di Jawa menunjukkan gejala mosaik. Varietas-varietas komersial banyak yang rentan terhadap penyakit ini, dan ditemukan hanya 2 yang dikategorikan resistan. Hampir seluruh areal pertanaman tebu di Indonesia tertular mosaik bergaris, oleh karena itu sangat diperlukan adanya sistem pengendalian penyakit yang efektif, terutama implementasi pengendalian penyakit terpadu seperti: penanaman bahan tanaman bebas penyakit, varietas tahan, dan menghentikan proses budidaya pada 2 daerah yang terinfestasi berat dan rentan. Implementasi PHT ini nantinya tidak hanya di Jawa, namun juga di Sumatera, Sulawesi, Sumba dan Papua Barat. Proyek ini melibatkan 3 instansi Indonesia (P3GI, Balittas, dan IPB), 1 instansi dari Australia (Sugar Research Australia), dan 1 instansi dari Perancis (CIRAD).

Proyek ini bertujuan untuk: 1.) Memperkirakan seberapa penting penyakit mosaik bergaris di Indonesia dengan melihat distribusi dan tingkat keparahannya di Jawa, Sumatera, Sumba dan Sulawesi. 2.) Mengetahui epidemiologi penyakit mosaik bergaris, 3.) Menyeleksi ketahanan varietas-varietas yang ada untuk menurunkan tingkat keparahan penyakit mosaik bergaris di tingkat petani, 4.) Memperkirakan kehilangan hasil gula akibat penyakit mosaik bergaris,

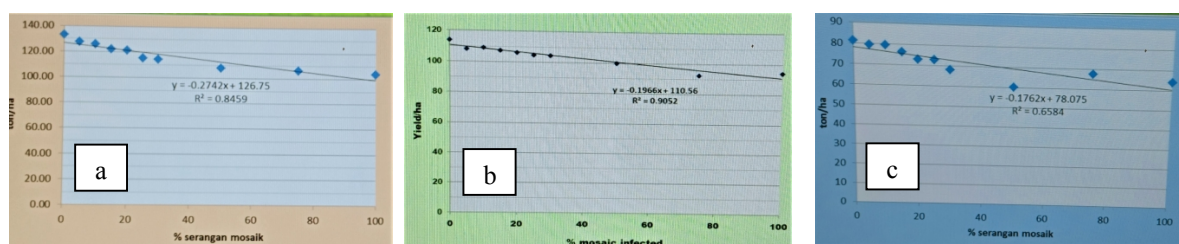
5.) Menurunkan tingkat kejadian penyakit mosaik bergaris pada tanaman-tanaman tebu yang baru melalui teknik deteksi yang cepat dan murah, 6.) Mengurangi tingkat kejadian penyakit mosaik bergaris melalui adopsi strategi pengendalian penyakit terpadu yang efektif.

Diharapkan melalui proyek ini akan diperoleh *output*, seperti: (1) Meningkatnya pengetahuan tentang penyakit mosaik bergaris sehingga kedepannya akan lebih waspada terhadap penyakit tersebut. (2). Strategi pengendalian penyakit terpadu yang efektif sehingga menurunkan kerugian hasil akibat penyakit ini (3). Memperoleh pengetahuan tentang cara penularan penyakit dan varietas yang tahan sehingga produksi meningkat.

Hasil kegiatan penelitian yang dilakukan mulai tahun 2016-2018 dirangkum dalam makalah ini. Ada beberapa topik penelitian yang dikemukakan di sini, yaitu: cara penularan SCSMV, epidemiologi, dan penurunan produksi.

Ada 4 cara penularan yang dicoba, yaitu: *dipping*; penularan dengan pisau; penularan dengan gunting; dan penularan oleh serangga vektor. Dari hasil kegiatan diketahui bahwa dengan mencelupkan bagal ke dalam nira tebu yang terserang SCSMV, tunas yang tumbuh selama 1-4 bulan akan menunjukkan gejala SCSMV sekitar 10%. Sedangkan bagal yang dipotong dengan pisau yang dicelup nira terserang SCSMV dari tiga bagian batang tebu (atas, tengah, dan bawah) hanya nira yang berasal dari batang bawah yang menunjukkan gejala SCSMV dengan intensitas 3,33% (1-2 bulan) dan 6,67% (pada umur 3 bulan). Sedangkan penggunaan gunting pangkas tidak mampu menularkan SCSMV. Serangga vektor yang dicobakan ada 6, yaitu kutu tebu (*Melanaphis sacchari*), wereng (*Perkinsiella saccharida*), cabuk hitam (*Aleurolobus barodensis*), kutu bulu putih (*Ceratovacuna lanigera*), kutu babi (*Sacchariococcus sacchari*), dan tungau (*Oligonychus exiccator*). Ternyata tanaman yang ditulari menggunakan kutu-kutu tersebut tidak ada yang bergejala mosaik bergaris. Selain keempat cara di atas, penggunaan sabut abrasif akan menularkan SCSMV.

Kajian epidemiologi penyakit mosaik bergaris dilakukan pada tanaman keprasan varietas PS 881 di tiga lokasi, yaitu: Kediri (0,405 ha), Kebonagung (0,105 ha), dan Pasuruan (0,382 ha). Perkembangan penyakit paling cepat terjadi di Pasuruan. Serangan awal mulai terlihat pada umur 1 bulan pada 400 rumpun tebu. Jumlah tanaman yang bergejala terus meningkat dan pada umur 4 bulan sudah di atas 800 rumpun terinfeksi. Sementara di Kediri dan Kebonagung gejala awal baru terlihat pada umur 2 bulan dengan jumlah rumpun yang terinfeksi masing masing 150 dan 350. Di Kediri tanaman yang terinfeksi tidak bertambah lagi setelah umur 3 bulan. Pengamatan umur 3-5 bulan, jumlah rumpun yang terinfeksi tetap, yaitu 350. Sedangkan di Kebonagung penyakit terus berkembang sampai umur 5 bulan dengan jumlah rumpun yang menunjukkan gejala sekitar 540. Pengamatan penyakit mosaik bergaris pada selama 4 tahun menunjukkan bahwa penyakit ini sistemik dan meningkat kejadiannya seiring dengan keprasan yang dilakukan. Tingkat kejadian penyakit pada tanaman PC tercatat 1,9%, kemudian terus meningkat dan pada tanaman RC1 menjadi 10,3%, pada RC2 12,54%, dan pada tanaman RC3 14,35%.



Gambar 1. Hubungan antara tingkat kejadian penyakit mosaik dengan bobot pada tebu a. PC b. RC1 c. RC2 (ton/ha)

Penyakit mosaik bergaris juga berpengaruh terhadap parameter produksi dan bobot tebu. Penyakit mosaik bergaris menurunkan tinggi tanaman dan diameter batang. Bobot tebu berkorelasi negatif dengan tingkat kejadian penyakit mosaik bergaris (Gambar 1a). Artinya bobot tebu menurun seiring dengan meningkatnya kejadian penyakit, baik pada tanaman PC, RC1, maupun pada RC2. Pada tingkat kejadian penyakit 50-100%, bobot tebu turun 22% pada tanaman PC, 19% pada RC1, dan 26% pada RC2.

Percobaan yang dilakukan di Kediri menggunakan varietas PS 864 selama 3 tahun (PC, RC1, dan RC2) dengan menggunakan benih dengan tingkat infeksi yang berbeda menunjukkan bahwa semakin tinggi benih terinfeksi, maka kejadian penyakit pada tanaman juga meningkat, walaupun peningkatan pada tanaman RC1 dan RC2 tidak terlalu besar (Tabel 1).

Tabel 1. Tingkat kejadian penyakit pada tanaman tebu PC, RC1, dan RC2 yang berasal dari benih sakit

Perlakuan	Kejadian Penyakit Pada Benih (%)	Tingkat Kejadian Penyakit pada Umur 6-8 bulan (%)		
		PC	RC1	RC2
T1	0	0,52	0,91	1,72
T2	5	6,27	8,50	8,71
T3	10	9,95	12,86	13,37
T4	15	16,06	18,77	18,92
T5	20	19,86	23,9	24,12
T6	25	24,58	25,90	26,17
T7	30	29,91	30,36	31,93
T8	50	49,78	49,25	52,12
T9	75	74,92	74,74	76,71
T10	100	100	100	100

2. Kesimpulan

Dari kegiatan ini ada beberapa informasi penting, yaitu:

- Virus mosaik bergaris dapat ditularkan melalui pisau bekas tercelup nira yang berasal dari tebu yang sakit, juga melalui abrasif pada alat sabut atau pisau. Penularan melalui serangga vektor masih memerlukan uji lebih lanjut.
- Kejadian penyakit mosaik bergaris akan terus berlanjut dari tanaman PC sampai ke RC1, RC2, maupun RC3 dan mengakibatkan penurunan bobot tebu ketika kejadian penyakit 50-100%.
- Semakin tinggi persentase benih sakit digunakan, semakin besar kejadian penyakit yang terjadi pada tanaman PC, RC1, maupun RC2.

MAKALAH PENUNJANG

Penapisan Toleran Salinitas Mutan Tebu Putatif Hasil Mutasi dan Seleksi *In vitro*

Tolerant Screening of Putative Mutant Sugarcane Salinity from Mutation and *In vitro* Selection

Rossa Yunita^{1)*}, Rr Sri Hartati²⁾, Sri Suhesti²⁾, Syafaruddin³⁾

¹⁾Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

²⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

³⁾Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Abstrak. Kebutuhan komoditas tebu terus meningkat, untuk itu perlu peningkatan-produksi tebu yang dapat diupayakan melalui ekstensifikasi. Lahan yang tersedia untuk pengembangan tanaman tebu pada saat ini adalah lahan marginal seperti lahan dengan cekaman salinitas. Salinitas pada tanaman tebu dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan penurunan produksi yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan skrining terhadap mutan tebu putatif hasil mutasi induksi dan seleksi *in vitro* terhadap cekaman garam (salinitas). Penelitian menguji mutan tebu putatif dengan perlakuan cekaman salinitas dengan konsentrasi 150 mM NaCl pada larutan Hoagland. Penapisan dilakukan sebanyak 3 tahap, karena waktu aklimatisasi yang berbeda. Varietas pembanding PS 862 dan PSJT 941. Hasil penapisan pada tahap 1 tidak diperoleh tanaman yang toleran. Pada penapisan tahap 2 diperoleh 41 tanaman toleran dan pada penapisan tahap 3 diperoleh 78 tanaman toleran.

Abstract. The need for sugarcane commodity continues to increase, to advance sugar cane production can be sought through extensification. The land available for the development of sugar cane which is currently available is marginal land such as saline land. The impact of salinity on sugar cane can result in stunted growth and reduce production which is quite high. This study aims to screen for putative sugarcane mutants as a result of induction mutations and *in vitro* selection of salt stress (salinity). The study tested putative cane mutants by treating salinity stress with a concentration of 150 mM NaCl in Hoagland's solution. Screening was carried out in 3 stages, due to different acclimatization times, using PS 862 and PSJT 941 variety as comparative. Stage 1 resulted in no tolerant plants, stage 2 produced 41 tolerant plants, and 78 tolerant plants were obtained in stage 3.

1. Pendahuluan

Salah satu dampak dari perubahan iklim adalah salinitas. Salinitas memberikan efek yang negatif terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman dan pertanian (Wei et al., 2003). Sekitar 900 juta hektar lahan di dunia (Flower, 2004) termasuk setengahnya daerah beririgasi (Zhu, 2001) adalah saline. Hal ini telah menjadi isu lingkungan utama di Amerika Serikat, Australia, dan Asia termasuk Indonesia. Tidak ada data pasti tentang berapa besar salinitas telah mempengaruhi kerugian di sektor pertanian, tetapi jumlahnya bisa miliaran. Efek salinitas di Indonesia lebih besar, mengingat Indonesia merupakan negara kepulauan. Salah satu komoditas yang memberikan respon buruk terhadap salinitas adalah tebu dimana produksinya akan menurun karena adanya cekaman salinitas. Khususnya pada areal pertanaman tebu di pesisir pantai dan lahan irigasi yang tercekam salinitas.

Tanaman tebu termasuk tanaman yang digolongkan sebagai tanaman glikofit, karena akan menunjukkan gejala keracunan salinitas apabila dibudidayakan pada lahan salin. Ciri-ciri cekaman salinitas pada tanaman tebu diantaranya perkecambahan bibit yang terhambat, penurunan pertumbuhan antara 20% hingga 86% pada kondisi cekaman NaCl dan terdapatnya ketidakseimbangan nutrisi pada sel tanaman (Cha-um et al., 2012). Menurut Tikun et al. (2024) cekaman salinitas pada tanaman tebu akan menurunkan produktivitas hingga 37% pada populasi jumlah batang terpanen sebesar 37%.

Selain menurunkan produksi, salinitas akan menurunkan proses fisiologi pada tanaman tebu seperti laju fotosintesis, konduktansi stomata dan sintesis klorofil (Patade et al., 2011). Literatur yang lain menyebutkan bahwa peningkatan nilai EC tanah sebesar 4–8 dS/m pada pertanaman tebu akan menurunkan tinggi tanaman dan jumlah batang tebu hingga lebih dari 30% (Simoes et al. 2016).

Tanaman yang toleran pada kondisi salin memiliki mekanisme toleransi terhadap salinitas yaitu inklusi, eksklusi, dan osmosis kompatibel (Roy et al., 2014; Marschner 2012; Soepadi 2012; Munns and Tester, 2008). Maka dari itu cara paling efisien mengatasi masalah salinitas adalah dengan memanfaatkan varietas toleran salinitas pada lahan salin (Oyiga et al., 2016). Salah satu manfaat dari penggunaan varietas yang toleran terhadap salinitas adalah dapat mengurangi penurunan dan kehilangan hasil tanaman yang tercekam salinitas (Hariadi et al., 2015). Penggunaan varietas tebu toleran terhadap salinitas mampu menurunkan kehilangan produksi akibat cekaman salinitas pada pertanaman tebu. Penelitian ini bertujuan untuk menguji respon mutan-mutan tebu yang telah diseleksi secara *in vitro* terhadap cekaman garam NaCl sehingga dapat diketahui tingkat toleransi mutan-mutan tersebut terhadap salinitas di rumah kaca.

2. Bahan dan Metode

Bahan tanaman yang digunakan adalah planlet mutan putatif tebu varietas PSJT 941, PS 861, PS 862 hasil iradiasi sinar gama dan mutasi kimia menggunakan kolkisin, yang telah lolos seleksi salinitas secara *in vitro*. Setiap genotipe terdiri atas satu individu. Seleksi salinitas menggunakan agen penyeleksi NaCl pada konsentrasi 150 mM. Sebagai pembandingan menggunakan tetua dari mutan yaitu tanaman tebu varietas PSJT 941, PS 862 dan PS 862 yang tidak dimutasi. Untuk varietas kontrol dikulturkan pada larutan yang mengandung NaCl 0 dan 150 mM. Planlet yang digunakan untuk seleksi adalah planlet yang berumur 2 minggu setelah aklimatisasi pada larutan Hoagland, dimana pertumbuhannya sudah tegar dan biakan berwarna hijau.

Seleksi dilakukan sebanyak 3 tahap dengan prosedur seleksi yang sama, hal ini dilakukan karena waktu aklimatisasi yang berbeda dan menyeragamkan kondisi planlet, pada jumlah individu mutan yang diseleksi pada tahap 1 adalah 39 mutan, tahap 2 sebanyak 120 mutan dan pada tahap 3 sebanyak 236 mutan.

Prosedur penelitian meliputi regenerasi kalus mutan putatif yang lolos seleksi salinitas secara *in vitro*, regenerasi planlet dan aklimatisasi planlet di rumah kaca selama lebih kurang 1 – 2 minggu pada larutan Hoagland. Planlet dipelihara hingga tumbuh menjadi tanaman yang siap untuk diuji terhadap cekaman salinitas. Setelah berumur 1-2 minggu dipilih planlet yang pertumbuhannya seragam, selanjutnya ditumbuhkan pada pot yang berisikan 2 liter larutan Hoagland, selama 1-2 minggu atau sampai tanaman mempunyai pertumbuhan baik dan stabil pada larutan Hoagland. Setelah tanaman tumbuh stabil dan baik, larutan Hoagland ditambah NaCl pada konsentrasi 150 mM. Dalam satu pot terdapat 1 planlet. Larutan Hoagland yang mengandung perlakuan (NaCl) diganti setiap 14 hari, pengukuran nilai pH dan EC dilakukan setiap 7 hari. Pengamatan respon terhadap cekaman salinitas dari masing-masing genotipe, berdasarkan *Standard Evaluation Score* pada 14 hari setelah perlakuan atau hingga tanaman kontrol mati.

Tabel 1. Kriteria skoring salinitas pada bibit tebu (*Standard Evaluation Score*)

Nilai	Gejala keracunan	Toleransi
1	Pertumbuhan tanaman normal dan hanya daun tua terlihat strip putih sementara pada daun muda tidak ada gejala.	Sangat Toleran
3	Pertumbuhan agak normal tetapi hanya ujung daun yang terbakar dan sedikit daun tua yang keputih-putihan sebagian	Toleran
5	Pertumbuhan sangat terhambat. Banyak daun tua mengalami kerusakan parah. Sedikit daun muda yang mengalami pemanjangan.	Moderat
7	Pertumbuhan terganggu secara total, hampir semua daun mengering. Hanya sedikit daun muda yang hijau.	Rentan
9	Hampir semua tanaman mati	Sangat rentan

3. Hasil dan Pembahasan

Gejala kerusakan pada benih tebu akibat pemberian NaCl mulai menunjukkan gejala setelah 4 hari pemberian perlakuan. Penilaian kerusakan akibat salinitas terhadap bibit tebu dilakukan 14 hari setelah diberi perlakuan NaCl. Secara umum bibit tebu yang mendapat cekaman garam perlakuan NaCl 150 mM bersifat peka untuk kedua varietas tersebut PSJT 941, PS 862.

Tabel 2. Hasil seleksi mutan putatif pada media yang mengandung NaCl

Seleksi tahap ke-	Jumlah mutan yang diseleksi	Tingkat toleransi mutan				
		Sangat peka	Peka	Moderat	Toleran	Sangat toleran
I	39	23	11	5	0	0
II	120	61	6	12	41	0
II	236	126	27	5	78	0
Total	395	210	44	22	119	-

Pada Tabel 2. dapat diketahui bahwa pada umumnya mutan bersifat peka dan sangat peka terhadap salinitas, total tanaman yang bersifat moderat adalah 22 tanaman yang berasal dari varietas PST 941 maupun PS 862. Sedangkan untuk tanaman toleran sebanyak 119.

Tabel 3. Hasil seleksi tahap 1 mutan tebu pada media yang mengandung NaCl

No	No galur	Score	Respon
1	PS 862 10 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
2	PS 862 10 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
3	PS 862 10 Gy AK 5/1	7	Peka
4	PS 862 10 Gy AK 5/1	7	Peka
5	PS 862 10 Gy AK 5/1	7	Peka
6	PS 862 10 Gy AK 5/1	7	Peka
7	PS 862 10 Gy AK 5/1	7	Peka
8	PS 862 5 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
9	PS 862 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
10	PS 862 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
11	PS 862 15 Gy AK 5/1	7	Peka
12	PS 862 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka

13	PS 862 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
14	PS 862 20 Gy Ak 5/1	7	Peka
15	PS 862 20 Gy Ak 5/1	7	Peka
16	PS 862 20 Gy Ak 5/1	9	Sangat peka
17	PS 862 20 Gy Ak 5/1	9	Sangat peka
18	PS 862 0,01 (2Hr) Ak 5/1	5	Moderat
19	PS 862 0,01 (2Hr) Ak 5/1	5	Moderat
20	PS 862 0,01 (2Hr) Ak 5/1	5	Moderat
21	PS 862 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
22	PSJT 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
23	PSJT 5 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
24	PSJT 15 Gy AK 5/1	5	Moderat
25	PS 862 15 Gy AK 12/1	5	Moderat
26	PS 862 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
27	PSJT 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
28	PSJT 15 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
29	PS 862 30 Gy AK 5/1	7	Peka
30	PSJT 30 Gy AK 5/1	7	Peka
31	PSJT 30 Gy AK 5/1	7	Peka
32	PS 862 5 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
33	PS 862 5 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
34	PS 862 5 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
35	PS 862 5 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
36	PS 862 5 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
37	PS 862 5 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
38	PS 862 10 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
39	PS 862 10 Gy AK 5/1	9	Sangat peka
40	PS 862	9	Sangat peka
41	PSJT 941	9	Sangat peka

Hasil seleksi tahap satu tidak diperoleh tanaman mutan yang toleran terhadap salinitas. Yang diperoleh adalah tanaman yang peka dan moderat. Jumlah mutan yang lebih sedikit mengakibatkan kecilnya peluang untuk mendapatkan mutan yang toleran. Hal ini dikarenakan mutan bersifat acak sehingga harus diseleksi dalam jumlah besar.

Tabel 4. Hasil seleksi tahap 2 mutan tebu pada media yang mengandung NaCl

No	No galur	Score	Respon
1	PSJT 10 Gy-35	3	Toleran
2	PSJT 10 Gy-36	9	Sangat peka
3	PSJT 10 Gy-37	3	Toleran
4	PSJT 10 Gy-38	9	Sangat peka
5	PSJT 10 Gy-39	3	Toleran
6	PSJT 10 Gy-40	9	Sangat peka
7	PSJT 10 Gy-41	5	Moderat

8	PSJT 10 Gy-42	9	Sangat peka
9	PSJT 10 Gy-43	9	Sangat peka
10	PSJT 10 Gy-44	3	Toleran
11	PSJT 10 Gy-45	3	Toleran
12	PSJT 10 Gy-46	9	Sangat peka
13	PSJT 10 Gy-47	9	Sangat peka
14	PSJT 10 Gy-48	9	Sangat peka
15	PSJT 10 Gy-49	9	Sangat peka
16	PSJT 10 Gy-50	9	Sangat peka
17	PSJT 10 Gy-51	3	Toleran
18	PSJT 10 Gy-52	3	Toleran
19	PSJT 10 Gy-53	3	Toleran
20	PSJT 10 Gy-54	3	Toleran
21	PSJT 10 Gy-55	9	Sangat peka
22	PSJT 10 Gy-56	9	Sangat peka
23	PSJT 10 Gy-57	3	Toleran
24	PSJT 10 Gy-58	3	Toleran
25	PSJT 20 gy-59	3	Toleran
26	PSJT 20 gy-60	3	Toleran
27	PSJT 20 gy-61	5	Moderat
28	PSJT 20 gy-62	3	Toleran
29	PSJT 20 gy-63	3	Toleran
30	PSJT 20 gy-64	3	Toleran
31	PSJT 20 gy-65	9	Sangat peka
32	PSJT 20 gy-66	3	Toleran
33	PSJT 20 gy-67	3	Toleran
34	PSJT 20 gy-68	9	Sangat peka
35	PSJT 20 gy-69	3	Toleran
36	PSJT 20 gy-70	3	Toleran
37	PSJT 20 gy-71	3	Toleran
38	PSJT 20 gy-72	3	Toleran
39	PS 862 5GY-73	3	Toleran
40	PS 862 5GY-74	3	Toleran
41	PS 862 5GY-75	3	Toleran
42	PS 862 15 gy-76	3	Toleran
43	PS 862 15 gy-77	3	Toleran
44	PS 862 15 gy-78	3	Toleran
45	PS 862 15 gy-79	9	Sangat peka
46	PS 862 15 gy-80	3	Toleran
47	PS 862 15 gy-81	3	Toleran
48	PS 862 15 gy-82	3	Toleran
49	PS 862 15 gy-83	9	Sangat peka
50	PS 862 15 gy-84	9	Sangat peka
51	PS 862 15 gy-85	9	Sangat peka

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu

52	PS 862 15 gy-86	3	Toleran
53	PS 862 15 gy-87	3	Toleran
54	PS 862 15 gy-88	3	Toleran
55	PS 862 15 gy-89	9	Sangat peka
56	PS 862 15 gy-90	9	Sangat peka
57	PS 862 15 gy-91	5	Moderat
58	PS 862 15 gy-92	3	Toleran
59	PS 862 15 gy-93	3	Toleran
60	PS 862 15 gy-94	5	Moderat
61	PS 862 15 gy-95	3	Toleran
62	PS 862 15 gy-96	3	Toleran
63	PS 862 15 gy-97	9	Sangat peka
64	PS 862 5 GY-98	3	Toleran
65	PS 862 5 GY-99	3	Toleran
66	PS 862 5 GY-100	3	Toleran
67	PS 862 5 GY-101	9	Sangat peka
68	PS 862 5 GY-102	9	Sangat peka
69	PS 862 5 GY-103	7	Peka
70	PS 862 5 GY-104	9	Sangat peka
71	PS 862 5 GY-105	9	Sangat peka
72	PS 862 5 GY-106	9	Sangat peka
73	PS 862 0GY-107	9	Sangat peka
74	PS 862 0GY-108	9	Sangat peka
75	PS 862 0GY-109	5	Moderat
76	PS 862 0GY-110	9	Sangat peka
77	PS 862 0GY-111	9	Sangat peka
78	PS 862 0GY-112	5	Moderat
79	PS 862 0GY-113	9	Sangat peka
80	PS 862 0GY-114	9	Sangat peka
81	PS 862 0GY-115	9	Sangat peka
82	PS 862 0GY-116	9	Sangat peka
83	PS 862 0GY-117	5	Moderat
84	PSJT 0GY-118	9	Sangat peka
85	PSJT 0GY-119	9	Sangat peka
86	PSJT 0GY-120	9	Sangat peka
87	PSJT 0GY-121	5	Moderat
88	PSJT 0GY-122	9	Sangat peka
89	PSJT 0GY-123	9	Sangat peka
90	PSJT 0GY-124	9	Sangat peka
91	PSJT 0GY-125	5	Moderat
92	PSJT 0GY-126	9	Sangat peka
93	PSJT 0GY-127	9	Sangat peka
94	PSJT 0GY-128	9	Sangat peka
95	PSJT 5Gy-129	5	Moderat

96	PSJT 5Gy-130	9	Sangat peka
97	PSJT 5Gy-131	9	Sangat peka
98	PSJT 5Gy-132	5	Moderat
99	PSJT 5Gy-133	9	Sangat peka
100	PSJT 5Gy-134	9	Sangat peka
101	PSJT 15 Gy-135	9	Sangat peka
102	PSJT 15 Gy-136	9	Sangat peka
103	PSJT 15 Gy-137	9	Sangat peka
104	PSJT 15 Gy-138	7	Peka
105	PSJT 15 Gy-139	9	Sangat peka
106	PSJT 15 Gy-140	9	Sangat peka
107	PSJT 15 Gy-141	7	Peka
108	PSJT 20 gy-142	9	Sangat peka
109	PSJT 20 gy-143	9	Sangat peka
110	PSJT 20 gy-144	9	Sangat peka
111	PSJT 20 gy-145	5	Moderat
112	PSJT 20 gy-146	9	Sangat peka
113	PSJT 20 gy-147	7	Peka
114	PSJT 25Gy-148	9	Sangat peka
115	PSJT 25Gy-149	9	Sangat peka
116	PSJT 25Gy-150	7	Peka
117	PSJT 25Gy-151	9	Sangat peka
118	PSJT 25Gy-152	9	Sangat peka
119	PSJT 25Gy-153	9	Sangat peka
120	PSJT 25Gy-154	7	Peka
121	PS 862	9	Sangat peka
122	PSJT 941	9	Sangat peka

Tabel 5. Hasil seleksi tahap 3 mutan tebu pada media yang mengandung NaCl

No	No galur	Score	Respon
1	PS 862 0,01-113	9	Sangat peka
2	PS 862 0,01-114	3	Toleran
3	PS 862 0,01-115	3	Toleran
4	PS 862 0,01-116	3	Toleran
5	PS 862 0,01-117	3	Toleran
6	PS 862 0,01-118	3	Toleran
7	PS 862 0,01-119	3	Toleran
8	PS 862 0,01-120	3	Toleran
9	PS 862 0,01-121	5	Moderat
10	PS 862 0,01-122	5	Moderat
11	PS 862 0,01-123	3	Toleran
12	PS 862 0,01-124	5	Moderat
13	PS 862 0,01-125	5	Moderat
14	PS 862 0,01-126	5	Moderat

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu

15	PS 862 0,01-127	3	Toleran
16	PS 862 0,01-128	3	Toleran
17	PS 862 0,01-129	3	Toleran
18	PS 862 0,01-130	3	Toleran
19	PS 862 0,01-131	3	Toleran
20	PSJT 0,01-132	9	Sangat peka
21	PSJT 0,01-133	7	Peka
22	PSJT 0,01-134	7	Peka
23	PSJT 0,01-135	7	Peka
24	PSJT 0,01-136	9	Sangat peka
25	PSJT 0,01-137	3	Toleran
26	PSJT 0,01-138	3	Toleran
27	PSJT 0,01-139	3	Toleran
28	PSJT 0,01-140	3	Toleran
29	PSJT 0,01-141	3	Toleran
30	PSJT 0,01-142	3	Toleran
31	PSJT 0,01-143	3	Toleran
32	PSJT 0,01-144	3	Toleran
33	PSJT 0,01-145	3	Toleran
34	PSJT 0,01-146	9	Sangat peka
35	PSJT 0,01-147	9	Sangat peka
36	PSJT 0,01-148	9	Sangat peka
37	PSJT 0,01-149	9	Sangat peka
38	PSJT 0,01-150	9	Sangat peka
39	PSJT 0,01-151	3	Toleran
40	PSJT 0,01-152	9	Sangat peka
41	PSJT 0,01-153	3	Toleran
42	PSJT 0,01-154	3	Toleran
43	PSJT 0,01-155	3	Toleran
44	PSJT 0,01-156	9	Sangat peka
45	PS 862 ms0 0,01-157	9	Sangat peka
46	PS 862 ms0 0,01-158	7	Peka
47	PS 862 ms0 0,01-159	7	Peka
48	PS 862 ms0 0,01-160	9	Sangat peka
49	PS 862 ms0 0,01-161	3	Toleran
50	PS 862 ms0 0,01-162	3	Toleran
51	PS 862 ms0 0,01-163	3	Toleran
52	PS 862 ms0 0,01-164	3	Toleran
53	PS 862 ms0 0,01-165	3	Toleran
54	PS 862 ms0 0,01-166	9	Sangat peka
55	PS 862 ms0 0,01-167	9	Sangat peka
56	PS 862 ms0 0,01-168	9	Sangat peka
57	PS 862 ms0 0,01-169	3	Toleran
58	PS 862 ms0 0,01-170	3	Toleran

59	PS 862 ms0 0,01-171	3	Toleran
60	PS 862 ms0 0,01-172	3	Toleran
61	PS 862 ms0 0,01-173	3	Toleran
62	PS 862 ms0 0,01-174	7	Peka
63	PS 862 ms0 0,01-175	7	Peka
64	PS 862 ms0 0,01-176	7	Peka
65	PS 862 ms0 0,01-177	7	Peka
66	PS 862 ms0 0,01-178	7	Peka
67	PS 862 ms0 0,01-179	7	Peka
68	PS 862 ms0 0,01-180	7	Peka
69	PS 862 ms0 0,01-181	7	Peka
70	PS 862 ms0 0,01-182	7	Peka
71	PS 862 ms0 0,01-183	7	Peka
72	PS 862 ms0 0,01-184	7	Peka
73	PS 862 ms0 0,01-185	7	Peka
74	PS 862 ms0 0,01-186	7	Peka
75	PS 862 0,01 (13/2)-187	7	Peka
76	PS 862 0,01 (13/2)-188	9	Sangat peka
77	PS 862 0,01 (13/2)-189	9	Sangat peka
78	PS 862 0,01 (13/2)-190	7	Peka
79	PS 862 0,01 (13/2)-191	7	Peka
80	PS 862 0,01 (13/2)-192	7	Peka
81	PS 862 0,01 (13/2)-193	3	Toleran
82	PS 862 0,01 (13/2)-194	3	Toleran
83	PS 862 0,01 (13/2)-195	9	Sangat peka
84	PS 862 0,01 (13/2)-196	9	Sangat peka
85	PS 862 0,01 (13/2)-197	3	Toleran
86	PS 862 0,01 (13/2)-198	3	Toleran
87	PS 862 0,01 (13/2)-199	3	Toleran
88	PS 862 0,01 (13/2)-200	3	Toleran
89	PS 862 0,01 (13/2)-201	3	Toleran
90	PS 862 0,01 (13/2)-202	3	Toleran
91	PS 862 0,01-203	9	Sangat peka
92	PS 862 0,01-204	9	Sangat peka
93	PS 862 0,01-205	9	Sangat peka
94	PS 862 0,01-206	9	Sangat peka
95	PS 862 0,01-207	9	Sangat peka
96	PS 862 0,01-208	9	Sangat peka
97	PS 862 0,01-209	9	Sangat peka
98	PS 862 0,01-210	9	Sangat peka
99	PS 862 0,01-211	9	Sangat peka
100	PS 862 0,01-212	9	Sangat peka
101	PS 862 0,01-213	9	Sangat peka
102	PS 862 0,01-214	9	Sangat peka

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu

103	PS 862 0,01-215	9	Sangat peka
104	PS 862 0,01-216	9	Sangat peka
105	PS 862 0,01-217	9	Sangat peka
106	PS 862 0,01-218	9	Sangat peka
107	PS 862 0,01-219	9	Sangat peka
108	PS 862 0,01-220	9	Sangat peka
109	PS 862 0,01-221	9	Sangat peka
110	PS 862(14/2)-222	9	Sangat peka
111	PS 862(14/2)-223	7	Peka
112	PS 862(14/2)-224	7	Peka
113	PS 862(14/2)-225	7	Peka
114	PS 862(14/2)-226	7	Peka
115	PS 862(14/2)-227	7	Peka
116	PS 862(14/2)-228	9	Sangat peka
117	PS 862(14/2)-229	9	Sangat peka
118	PS 862(14/2)-230	9	Sangat peka
119	PS 862(14/2)-231	9	Sangat peka
120	PS 862(14/2)-232	9	Sangat peka
121	PS 862(14/2)-233	9	Sangat peka
122	PS 862(14/2)-234	9	Sangat peka
123	PS 862(14/2)-235	3	Toleran
124	PS 862(14/2)-236	9	Sangat peka
125	PS 862(14/2)-237	9	Sangat peka
126	PS 862(14/2)-238	9	Sangat peka
127	PS 862(14/2)-239	9	Sangat peka
128	PS 862(14/2)-240	9	Sangat peka
129	PS 862(14/2)-241	9	Sangat peka
130	PS 862(14/2)-242	9	Sangat peka
131	PS 862(14/2)-243	9	Sangat peka
132	PS 862(14/2)-244	9	Sangat peka
133	PS 862(14/2)-245	9	Sangat peka
134	PS 862(14/2)-246	9	Sangat peka
135	PS 862(14/2)-247	9	Sangat peka
136	PS 862(14/2)-248	9	Sangat peka
137	PS 862(14/2)-249	9	Sangat peka
138	PS 862(14/2)-250	3	Toleran
139	PS 862(14/2)-251	3	Toleran
140	PS 862(14/2)-252	3	Toleran
141	PS 862(12/2)-253	9	Sangat peka
142	PS 862(12/2)-254	9	Sangat peka
143	PS 862(12/2)-255	9	Sangat peka
144	PS 862(12/2)-256	9	Sangat peka
145	PS 862(12/2)-257	9	Sangat peka
146	PS 862(12/2)-258	9	Sangat peka

147	PS 862(12/2)-259	3	Toleran
148	PS 862(12/2)-260	9	Sangat peka
149	PS 862(12/2)-261	9	Sangat peka
150	PS 862(12/2)-262	9	Sangat peka
151	PS 862(12/2)-263	9	Sangat peka
152	PS 862(12/2)-264	9	Sangat peka
153	PS 862(12/2)-265	9	Sangat peka
154	PS 862(12/2)-266	9	Sangat peka
155	PS 862(12/2)-267	9	Sangat peka
156	PS 862(12/2)-268	9	Sangat peka
157	PS 862(12/2)-269	9	Sangat peka
158	PS 862(12/2)-270	9	Sangat peka
159	PS 862(12/2)-271	9	Sangat peka
160	PS 862(12/2)-272	9	Sangat peka
161	PS 862(12/2)-273	9	Sangat peka
162	PS 862(12/2)-274	9	Sangat peka
163	PS 862(12/2)-275	9	Sangat peka
164	PS 862(12/2)-276	9	Sangat peka
165	PS 862(12/2)-277	9	Sangat peka
166	PS 862(12/2)-278	9	Sangat peka
167	PS 862(12/2)-279	9	Sangat peka
168	PS 862(12/2)-280	9	Sangat peka
169	PS 862(12/2)-281	9	Sangat peka
170	PS 862(12/2)-282	9	Sangat peka
171	PS 862(12/2)-283	9	Sangat peka
172	PS 862(12/2)-284	9	Sangat peka
173	PS 862(12/2)-285	9	Sangat peka
174	PS 862(12/2)-286	9	Sangat peka
175	PS 862(12/2)-287	9	Sangat peka
176	PS 862(12/2)-288	9	Sangat peka
177	PS 862(12/2)-289	9	Sangat peka
178	PS 862(12/2)-290	9	Sangat peka
179	PS 862(12/2)-291	9	Sangat peka
180	PS 862(12/2)-292	9	Sangat peka
181	PS 862(12/2)-293	9	Sangat peka
182	PS 862(12/2)-294	9	Sangat peka
183	PS 862(12/2)-295	9	Sangat peka
184	PS 862(12/2)-296	9	Sangat peka
185	PS 862(12/2)-297	9	Sangat peka
186	PS 862(12/2)-298	9	Sangat peka
187	PS861 0,03 (13/2)-299	3	Toleran
188	PS861 0,03 (13/2)-300	3	Toleran
189	PS861 0,03 (13/2)-301	9	Sangat peka
190	PS861 0,03 (13/2)-302	3	Toleran

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

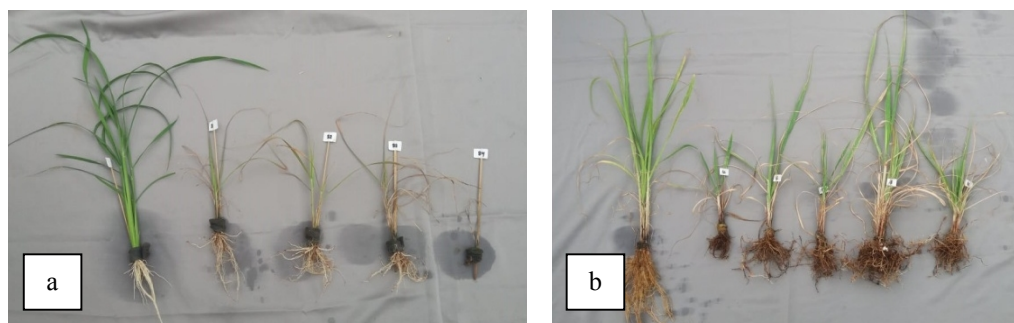
Status dan Inovasi Teknologi Tanaman Tebu

191	PS861 0,03 (13/2)-303	3	Toleran
192	PS861 0,03 (13/2)-304	3	Toleran
193	PS861 0,03 (13/2)-305	3	Toleran
194	PS861 0,03 (13/2)-306	3	Toleran
195	PS861 0,03 (13/2)-307	9	Sangat peka
196	PS861 0,03 (13/2)-308	9	Sangat peka
197	PS861 0,03 (13/2)-309	3	Toleran
198	PS861 0,03 (13/2)-310	3	Toleran
199	PS861 0,03 (13/2)-311	3	Toleran
200	PS861 0,03 (13/2)-312	3	Toleran
201	PS861 0,03 (13/2)-313	3	Toleran
202	PS861 0,03 (13/2)-314	3	Toleran
203	PS861 0,03 (13/2)-315	3	Toleran
204	PS861 0,03 (13/2)-316	9	Sangat peka
205	PS861 0,03 (13/2)-317	3	Toleran
206	PS861 0,03 (13/2)-318	3	Toleran
207	PS861 0,03 (13/2)-319	3	Toleran
208	PS861 0,03 (13/2)-320	3	Toleran
209	PS861 0,03 (13/2)-321	3	Toleran
210	PS861 0,03 (13/2)-322	3	Toleran
211	PS861 0,03 (13/2)-323	3	Toleran
212	PS861 0,03 (13/2)-324	3	Toleran
213	PS861 0,03 (13/2)-325	9	Sangat peka
214	PS861 0,03 (13/2)-326	9	Sangat peka
215	PS861 0,03 (13/2)-327	9	Sangat peka
216	PS861 0,03 (13/2)-328	9	Sangat peka
217	PS861 0,03 (13/2)-329	9	Sangat peka
218	PS861 0,03 (13/2)-330	9	Sangat peka
219	PS861 0,03 (13/2)-331	9	Sangat peka
220	PS861 0,03 (13/2)-332	9	Sangat peka
221	PS861 0,03 (13/2)-333	9	Sangat peka
222	PS861 0,03 (13/2)-334	9	Sangat peka
223	PS861 0,03 (13/2)-335	9	Sangat peka
224	PSJT (2/3)-336	9	Sangat peka
225	PSJT (2/3)-337	9	Sangat peka
226	PSJT (2/3)-338	9	Sangat peka
227	PSJT (2/3)-339	9	Sangat peka
228	PSJT (2/3)-340	3	Toleran
229	PS 862 0,03(3 HR)-341	3	Toleran
230	PS 862 0,03(3 HR)-342	3	Toleran
231	PS 862 0,05(3HR)-343	3	Toleran
232	PS 862 0,05(3HR)-344	3	Toleran
233	PS 862 0,05(3HR)-345	3	Toleran
234	PS 862 0,05(1HR)-345	3	Toleran

235	PS 862 0,05(1HR)-346	9	Sangat peka
236	PS 862 0,05(1HR)-347	9	Sangat peka
237	PS 862	9	Sangat peka
238	PSJT 941	9	Sangat peka

Pemberian perlakuan NaCl 150 mM pada seleksi tahap 2 dan 3 pada bibit mutan tebu varietas PS 862 dan PSJT 941 memberikan respon yang berbeda. Pada tahap 2, dari 120 mutan yang diseleksi menghasilkan 41 tanaman yang toleran, 12 tanaman moderat, 6 tanaman peka dan 61 sangat peka.

Pada tahap seleksi yang ke-3 digunakan jumlah mutan bibit tebu yang lebih banyak. Jumlah mutan yang diseleksi sebanyak 236. Dari kegiatan seleksi tersebut diperoleh 126 tanaman sangat peka, 27 tanaman peka, 5 tanaman bersifat moderat dan 78 tanaman yang toleran salin hasil pengujian di rumah kaca.



Gambar 1. Visualisasi tanaman mutan. a. Tanaman yang peka dan b. tanaman yang toleran

Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa mutasi sinar gama dan seleksi *in vitro* dapat mengakibatkan perubahan sifat genetik tanaman kearah sifat yang lebih baik. Beragamnya sifat ketahanan mutan tebu terhadap NaCl (Tabel 3, 4 dan 5) menunjukkan terjadinya perubahan sifat genetik akibat mutasi induksi sehingga beberapa dari mutan yang dihasilkan ada yang bersifat lebih toleran terhadap NaCl daripada tetuanya.

4. Kesimpulan

Hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah melalui 3 kali tahap penapisan diperoleh 119 mutan toleran NaCl. Pada penapisan tahap 1 tidak diperoleh tanaman yang toleran. Pada penapisan tahap 2 diperoleh 41 tanaman toleran dan pada penapisan tahap 3 diperoleh 78 tanaman toleran.

5. Daftar Pustaka

- Cha-um, S., Chuencharoen, S., Mongkolsiriwatana, C., Ashraf, M., Kirdmanee, C., 2012. Screening Sugarcane (*Saccharum* sp.) Genotypes for Salt Tolerance Using Multivariate Cluster Analysis. *Plant Cell. Tissue Organ Cult.* 110, 23–33. <https://doi.org/10.1007/s11240-012-0126-9>
- Flowers, T.J. 2004 Improving Crop Salt Tolerance. *J. Exp. Bot.* 55(396):307-319.
- Hariadi, Y.C., Nurhayati, A.Y., Soeparjono, S., Arif, I., 2015. Screening Six Varieties of Rice (*Oryza sativa*) for Salinity Tolerance. *Procedia Environ. Sci.* 28, 78–87
- Marschner P. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. Third Edition. *Elsevier*. 649 P.
- Munns R, M Tester, 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance, *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. 59:651–81.

- Oyiga, B.C., Sharma, R.C., Shen, J., Baum, M., Ogbonnaya, F.C., Léon, J., Ballvora, A., 2016. Identification and Characterization of Salt Tolerance of Wheat Germplasm Using a Multivariable Screening Approach. *J. Agron.*
- Patade, V.Y., Bhargava, S., Suprasanna, P., 2011. Salt and Drought Tolerance of Sugarcane Under Iso-Osmotic Salt and Water Stress: Growth, Osmolytes Accumulation, and Antioxidant Defense. *J. Plant Interact.* 6, 275–282. <https://doi.org/10.1080/17429145.2011.557513>
- Roy, S.J., Negrão, S., Tester, M., 2014. Salt Resistant Crop Plants. *Curr. Opin. Biotechnol.* 26, 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.12.004>
- Simoës, W.L., Calgaro, M., Coelho, D.S., dos Santos, D.B., de Souza, M.A., 2016. Growth of Sugar Cane Varieties Under Salinity. *Rev. Ceres* 63, 265–271. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663020019>
- Sopandie D. 2014. Fisiologi Adaptasi Tanaman terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika. Bogor, Indonesia. IPB press. 228p.
- Wei, W., Bilsborrow, E.P., Hooley, P., Fincham, A.D., Lombi, E., and Forster, P.B. 2003. Salinity Induced Differences in Growth, Ion Distribution and Partitioning in Barley Between the Cultivar Maythorpe and its Derived Mutant Golden Promise. *Plant Soil* 250: 183-191.
- Tiku, M.F., Mohammed, H., Gebrekidan, H., 2014. Screening of Introduced Sugarcane Genotypes for Their Salinity Tolerance Based on Yield Components at Metahara Sugar Estate, Ethiopia. *Time Journals Agric. Vet. Sci.* 2, 107–113.
- Zhu, J.K. 2001 Plant Salt Tolerance. *Trends in Plant Sci.* 6(2): 66-71.

Pengaruh Media Simpan terhadap Persentase Daya Tumbuh Benih Mata Tunas Tunggal Tebu di Persemaian dan Faktor Penentu Daya Tumbuhnya

The Effect of Storage Media on Single *Bud chips* Seeds Growth Percentage in the Nursery and its Growth Determinants Factor

Wawan Sulistiono^{1*} dan Taryono²

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Maluku Utara.

²Pusat Inovasi Agro Teknologi (PIAT), Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

Email: tionoanah@gmail.com

Abstrak. Benih mata tunas tunggal pada tanam pertama tebu mampu menghasilkan jumlah tebu giling yang lebih baik. Namun benih cepat mengalami penurunan daya tumbuh bila tidak segera disemai dan perlu dibibitkan karena cadangan makanan sangat sedikit. Oleh karena itu diperlukan media simpan yang sesuai sebelum benih dibibitkan. Tujuan penelitian ini menentukan media simpan terbaik yang dapat mempertahankan viabilitas benih selama penyimpanan dan mengetahui perubahan fisik dan fisiologi benih dan perannya terhadap daya tumbuh. Perlakuan yang digunakan adalah media simpan yaitu serbuk arang kayu, serbuk gergaji dan sekam padi pada lima (5) varietas tebu yaitu PS 864, KK, PS 881, BL dan VMC. Benih mata tunas tunggal direndam dalam air dan larutan fungisida (7 g/l air) dimasukkan dalam media simpan dengan pengaturan komposisi media sehingga kelembapan 75%. Penyimpanan benih pada karung goni dengan lama penyimpanan 8, 12 dan 16 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media simpan serbuk arang kayu lebih baik dalam menjaga viabilitas benih. Hal ini dibuktikan dengan kadar sukrosa benih lebih tinggi, daya tumbuh benih 66,25-82,50% pada varietas KK dan PS 881 dengan lama penyimpanan 12 hari. Sifat fisik dan fisiologi benih penentu daya tumbuh adalah (1) kadar air nisbi yang tinggi, (2) bibit berjamur yang rendah, (3) laju respirasi yang rendah dan (4) kadar sukrosa yang tinggi, peranan masing-masing 71,9%, 12,04%, 8,7% dan 7,4%. Dengan demikian serbuk arang kayu dapat diaplikasikan untuk penyimpanan mata tunas tunggal tebu dengan memperhatikan faktor penentu daya tumbuh.

Kata kunci: benih tebu, persemaian, media simpan, mata tunas tunggal, daya tumbuh

Abstract. Single *bud chips* in the plant cane are able to produce a better amount of millable cane. However, the seeds are rapidly decline if they are not sown immediately and they also need to be seeded because there is very little food reserves in single *bud chips*. Therefore, the appropriate storage media is needed before the seed is seeded. The aims of this study is to determine the best storage media that can maintain seed viability during storage and to know the changes of physical and physiology of seeds and their determinants of seed germination. The treatments used were storage media namely wood charcoal powder, sawdust and rice husk in five (5) sugarcane varieties namely PS 864, KK PS 881, BL and VMC. Single *bud chips* are soaked in water and fungicide solution (7g/l water) is included in the storage medium by setting the composition of the media so that the humidity is 75%. *Bud chips* seeds are stored using jute sacks with 8, 12 and 16 days of storage. The results showed that wood charcoal storage media was better at maintaining single *bud chips* seed viability. This was proved by the higher levels of seed sucrose, seed germination of 66.25-82.50% in KK and PS 881 varieties with a storage period of 12 days. The physical and physiological determinants of seed germination are: (1) relatively high water content, (2) low moldy seedlings, (3) low respiration rate and (4) high sucrose level, with 71.9%, 12.04%, 8.7% and

7.4%, respectively. So wood charcoal powder can be applied to single *bud chips* storage by adjusting the seed germination determinants of single *bud chips*.

Keywords: sugarcane seedling, nursery, storage media, single buds, seeds germination

1. Pendahuluan

Benih dalam budi daya tebu berperan penting untuk meningkatkan hasil tebu giling dan rendemen (P3GI, 2008; Soemarno, 2010). Salah satu bahan tanam yang digunakan adalah mata tunas tunggal (*bud chips*). Penggunaan benih tersebut memiliki beberapa keunggulan yaitu menekan kebutuhan benih 80-95% (Jain 2011; Sulistiono, 2017), daya berkecambah mencapai 80-97% (Saini et al., 2012; Sulistiono, 2017) dan pertumbuhan anakan seragam dan lebih banyak (8-12 anakan) (Natarajan 2011; Sulistiono 2017).

Pada penggunaan benih mata tunas tunggal, benih harus dibibitkan. Hal ini karena cadangan makanan yang terbatas yang menyebabkan daya hidup benih rendah bila ditanam langsung di lapangan (Jain et al., 2011; Jain, 2011). Persemaian benih juga diperlukan karena untuk membentuk anakan yang seragam mulai dari pembibitan (Sulistiono et al., 2018).

Benih mata tunas tunggal cepat mengalami penurunan daya kecambah jika tidak segera dibibitkan. Penurunan perkecambahan benih disebabkan oleh kerusakan fisik berupa penyusutan berat dan tumbuhnya jamur selama penyimpanan dan gangguan fisiologis berupa perombakan gula sukrosa yang ditandai dengan penurunan kandungan gula sukrosa, gula total serta peningkatan kadar gula reduksi pada penyimpanan (4, 8, dan 12 hari). Disamping itu terjadi peningkatan respirasi diawal penyimpanan (Sulistiono, 2017). Menurut laporan Siswoyo et al. (2007) perubahan fisiologi disebabkan oleh aktivitas enzim hidrolisis sukrosa yang meningkat yaitu NI (*Neutral Invertase*) dan SAI (*Soluble Acid Invertase*).

Penurunan daya kecambah benih mata tunas tunggal secara cepat menyebabkan diperlukan perlakuan khusus setelah tebang dan selama penyimpanan. Hal ini diperlukan terutama untuk benih yang memerlukan waktu pengiriman yang jauh. Sifat benih mata tunas tunggal mirip dengan sifat benih rekalsitran yang mana benih cepat kehilangan daya kecambah karena benih tidak memiliki masa dormansi (Pammenter and Berjak, 2000). Oleh karena itu diperlukan media simpan yang dapat mempertahankan daya tumbuh benih tetap baik pada umur simpan yang lebih lama (8-12 hari). Penelitian penyimpanan benih tebu mata tunas tunggal masih sangat jarang. Jain et al. (2011) sebelumnya melaporkan bahwa lama penyimpanan benih tebu mencapai 10 hari pada suhu 16 °C dengan perlakuan ethephon dan kalsium klorida yang menghasilkan daya kecambah benih 83%. Hasil penelitian tersebut kurang aplikatif, oleh karena itu diperlukan penelitian penyimpanan benih mata tunas tunggal tebu dengan media yang sederhana serta tersedia dan mampu mempertahankan daya tumbuh pada umur simpan yang lebih lama.

Teknologi penyimpanan benih mata tunas tunggal ini sangat bermanfaat untuk menjaga dan mengendalikan daya kecambah benih pada pengadaan benih dalam jumlah yang besar. Disamping itu untuk penundaan persemaian karena faktor waktu pengiriman benih ke lokasi tanam. Hal ini karena sumber benih varietas tebu sering kali berada pada lokasi/tempat yang jauh dari lahan tanam. Tujuan penelitian ini adalah menentukan media simpan terbaik yang dapat mempertahankan viabilitas benih tebu mata tunas tunggal dan menentukan faktor penentu daya tumbuh benih mata tunas tunggal di penyimpanan. Dengan hasil ini akan didapatkan teknologi yang aplikatif untuk penyimpanan benih tebu mata tunas tunggal.

2. Bahan dan Metode

Percobaan ini dilakukan di Desa Blembem Lor, Desa Harjobinangun Pakem Sleman pada tahun 2014-2015. Laboratorium yang digunakan adalah laboratorium produksi tanaman Fakultas Pertanian UGM dan Kimia dan Biokimia Pangan (KBP) Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Bahan yang digunakan meliputi benih tebu mata tunas tunggal pada varietas Bululawang (BL), Kidang Kencana (KK), PS 864, PS 881, dan VMC. Bahan penyimpanan berupa serbuk gergaji, serbuk arang kayu, sekam padi, fungisida, aquades, papan kayu, media pembibitan (tanah dan kompos). Bahan kimia yang digunakan untuk laju respirasi, pengamatan sukrosa dan gula reduksi yaitu asam asetat, NaOH, BaCl₂, *phenolptelein*, glukosa anhidrat, reagensia Nelson, reagensia Arsenomolibdat, HCl, Pb-asetat kertas label. Alat yang digunakan meliputi *polybag* ukuran 12 x 15 cm, *bud chipper*, penggaris, meteran, jangka sorong, timbangan meja, timbangan analitik, termometer ruang, *refractometer* dan oven.

Percobaan dilakukan dalam rancangan acak lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama adalah media simpan, yang terdiri atas tiga aras yaitu, (1) serbuk arang kayu, (2) serbuk gergaji, dan (3) sekam padi. Faktor kedua adalah varietas yaitu (1) PS 864, (2) PS 881, (3) KK, (4) BL dan (5) VMC. Ulangan perlakuan sebanyak 4 kali dan setiap unit percobaan terdiri 25 benih mata tunas tunggal. Pelaksanaan kegiatan adalah benih mata tunas tunggal dari 5 varietas tanaman yang berumur 6 bulan diambil dengan alat *bud chipper*. Benih direndam pada larutan fungisida (15 menit) pada dosis 7 g/l air. Media simpan disiapkan dan dibasahi dengan air sehingga mendapat kelembapan media 75%. Media yang bercampur benih dimasukkan di dalam kantong plastik dan dimasukkan di karung goni. Benih-benih dalam karung goni tersebut disimpan dengan lama penyimpanan 0, 4, 8, 12, dan 16 hari. Pada akhir waktu penyimpanan dilakukan pengamatan benih berjamur, mata tunas busuk, laju respirasi, kadar air nisbi, kadar sukrosa, gula reduksi, dan daya tumbuh. Pengamatan daya tumbuh dilakukan dengan penyemaian benih di media persemaian *polybag*.

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam sesuai RAL faktorial (3 x 5). Apabila hasil analisis ragam menunjukkan interaksi, dilakukan uji DMRT taraf 5% untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui faktor yang menentukan dari peubah bebas (x) penentu peubah target (y) yaitu daya tumbuh dan indeks vigor dilakukan uji *wise factor*. Program yang digunakan untuk menganalisis data adalah program SAS 9 for Windows.

3. Hasil

3.1. Daya Tumbuh Benih dan Benih Berjamur

Daya tumbuh benih mata tunas tunggal tebu nyata dipengaruhi oleh interaksi varietas dan media simpan pada penyimpanan 8, 12, dan 16 hari (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa dalam memperpanjang masa simpan benih mata tunas tunggal tebu pemilihan media simpan dan jenis varietas nyata menentukan daya tumbuh setelah penyimpanan.

Pada penyimpanan hingga 12 hari, varietas KK mempunyai daya tumbuh benih yang tertinggi terutama bila benih disimpan pada media simpan serbuk arang kayu. Demikian juga varietas PS 881 memiliki daya tumbuh tertinggi pada penyimpanan media simpan serbuk arang kayu. Varietas dengan daya tumbuh yang rendah adalah PS 864, dan BL setelah disimpan dengan menggunakan media serbuk gergaji (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil sidik ragam pengaruh media simpan terhadap daya tumbuh (DT) dan benih berjamur dan kadar air nisbi (KAN) benih mata tunas tunggal tebu.

Sumber keragaman	db	Daya tumbuh			Benih berjamur			Kadar air nisbi (KAN)		
		Beda nyata F Tabel pada hari penyimpanan								
		8	12	16	8	12	16	8	12	16
Varietas	4	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Media simpan	2	0,0842	<,0001	0,0046	<,0001	<,0001	<,0001	0,3020	0,1967	0,0260
Interaksi	8	<,0001	<,0001	0,0150	<,0001	<,0001	<,0001	0,7295	0,5846	<,0001
KK (%)		16,57	23,30	29,70	12,79	1,52	0,85	1,90	1,98	1,67

Angka dalam tabel menunjukkan beda nyata uji F tabel: < 0,050 = nyata, < 0,010 = sangat nyata

Tabel 2. Pengaruh media simpan terhadap persentase daya tumbuh dan benih berjamur pada umur 12 hari setelah simpan (hss) benih mata tunas tunggal 5 varietas tebu

Varietas	Media simpan	Daya tumbuh (%)						Benih berjamur (%)	
		8		12		16		12	
PS 864	Serbuk arang kayu	27,50	f.g	27,50	fg	12,5	e-g	88,00	c
	Serbuk gergaji	50,00	c.d	50,00	cd	31,25	c-e	42,00	h
	Sekam padi	40,00	d-f	40,00	d-f	26,25	d-f	90,00	b
	Tanpa disimpan	76,25							
KK	Serbuk arang kayu	82,50	a	82,50	a	61,25	a	0,00	k
	Serbuk gergaji	70,00	ab	70,00	ab	55,00	ab	70,00	g
	Sekam padi	62,50	bc	62,50	bc	45,00	a-d	100,00	a
	Tanpa disimpan	83,75							
PS 881	Serbuk arang kayu	66,25	b	66,25	b	40,00	b-d	12,00	j
	Serbuk gergaji	32,50	ef	32,50	ef	17,50	e-g	36,00	i
	Sekam padi	36,25	d-f	36,25	d-f	17,50	e-g	76,00	f
	Tanpa disimpan	78,75							
BL	Serbuk arang kayu	26,25	fg	26,25	fg	8,75	fg	0,00	k
	Serbuk gergaji	32,50	ef	32,50	ef	18,75	e-g	79,00	e
	Sekam padi	11,25	h	11,25	h	3,75	g	100,00	a
	Tanpa disimpan	57,50							
VMC	Serbuk arang kayu	45,00	de	45,00	de	48,75	a-c	0,00	k
	Serbuk gergaji	15,00	g	15,00	g	38,75	b-d	85,00	d
	Sekam padi	32,50	ef	32,50	ef	10,00	fg	100,00	a
	Tanpa disimpan	91,25							

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5 %. Benih tanpa penyimpanan merupakan kontrol untuk perbandingan daya tumbuh benih perlakuan media simpan pada masing-masing varietas.

Benih berjamur ditentukan oleh interaksi media simpan dan varietas pada penyimpanan 8-16 hari (Tabel 1). Jamur pada benih mata tunas tunggal muncul saat umur simpan 8 hari untuk varietas PS 864 dan PS 881. Varietas PS 881 dengan media simpan serbuk arang kayu

menghasilkan serangan jamur terendah. Secara umum penggunaan media simpan serbuk arang kayu merupakan yang terbaik dalam menekan serangan jamur tertinggi, kecuali varietas PS 864 (Tabel 2).

3.2. Kadar Air Nisbi Benih

Kadar air nisbi benih dalam penyimpanan 8 dan 12 hari berdasarkan sidik ragam sangat nyata dipengaruhi oleh varietas. Varietas PS 881 dan PS 864 termasuk jenis varietas yang memiliki kadar air nisbi tinggi (Tabel 3). Namun dengan lamanya penyimpanan hingga 16 hari, terjadi interaksi klon dan media simpan terhadap kadar air nisbi benih (Tabel 1).

Tabel 3. Kadar air nisbi benih mata tunas tunggal pada perbedaan klon pada umur simpan 8 dan 12 hari

Varietas	Persentase kadar air nisbi benih pada beberapa hari penyimpanan (%)			
	8		12	
PS 864	97,33	a	98,12	ab
KK	92,40	b	90,66	d
PS 881	97,60	a	97,23	ab
BL	93,31	b	95,78	b
VMC	92,22	b	92,25	c

Ket.: Angka pada kolom yang sama diikuti huruf sama tidak beda nyata pada DMRT 5%

3.3. Kadar Gula Benih

Berdasarkan sidik ragam, kadar sukrosa benih sangat nyata dipengaruhi oleh interaksi varietas dan media simpan (Tabel 4). Pada umur 8 hari penyimpanan, media serbuk arang kayu mampu menjaga kadar sukrosa benih mata tunas tunggal lebih tinggi pada klon VMC, BL, dan PS 881 (Tabel 5).

Tabel 4. Hasil sidik ragam pengaruh media simpan terhadap kadar gula sukrosa, reduksi dan total benih mata tunas tunggal tebu 5 varietas tebu

Sumber keragaman	db	Kadar gula sukrosa			Kadar gula reduksi			Kadar gula total		
		Beda nyata F Tabel pada hari penyimpanan								
		8	12	16	8	12	16	8	12	16
Varietas	4	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Media simpan	2	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
Interaksi	8	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
KK (%)		2,08	3,57	3,09	3,12	1,57	2,07	1,74	2,12	3,40

Angka dalam tabel menunjukkan beda nyata uji F tabel: < 0,050 = nyata, < 0,010 = sangat nyata

Gula reduksi benih mata tunas tunggal nyata dipengaruhi oleh interaksi varietas dan media simpan pada umur simpan 4-16 hari (Tabel 4). Penyimpanan benih mata tunas tunggal selama 8 hari menyebabkan peningkatan gula reduksi tertinggi untuk media simpan sekam padi pada semua varietas kecuali BL. Penyimpanan benih 12 hari menyebabkan gula reduksi meningkat dan mencapai tertinggi pada media sekam padi kecuali klon KK.

Kadar gula total benih berdasarkan sidik ragam sangat nyata ditentukan oleh interaksi varietas dan media simpan (Tabel 4). Media serbuk arang kayu mempertahankan kadar gula total benih lebih tinggi selama penyimpanan 8 hari untuk semua varietas. Kecenderungan

hasil tersebut terjadi hingga umur simpan 12 serta 16 hari terhadap klon VMC, BL, PS 881 dan KK (Tabel 5). Hasil ini menunjukkan bahwa media serbuk arang kayu lebih mampu menjaga kadar gula total benih tebu mata tunas tunggal lebih lama selama penyimpanan.

Tabel 5. Pengaruh media simpan terhadap persentase kadar sukrosa, kadar gula reduksi dan gula total berat segar benih mata tunas tunggal 5 varietas tebu setelah penyimpanan

Varietas	Media simpan	Kadar sukrosa benih (%)						Kadar reduksi (%)			Kadar gula total (%)								
		Hari penyimpanan																	
		8		12		16		8		12		16							
PS 864	Serbuk arang kayu	0,76	h	0,34	k	0,59	h	2,40	i	1,60	e	1,31	g	2,40	i	1,66	k	1,74	hi
	Serbuk gergaji	1,34	f	0,81	h	0,58	h	2,89	f	1,39	f	1,15	i	2,89	f	2,05	j	1,86	gh
	Sekam padi	0,06	l	0,69	i	0,92	g	0,99	j	1,90	c	0,96	k	0,99	j	1,69	k	1,82	g-i
KK	Serbuk arang kayu	3,45	b	1,93	f	3,44	a	4,53	b	1,27	h	1,06	j	4,53	b	3,14	f	4,57	a
	Serbuk gergaji	3,45	b	2,55	c	1,00	f	4,29	d	0,65	m	1,87	de	4,29	d	4,56	c	1,70	i
	Sekam padi	1,77	c	2,91	b	1,00	f	2,79	g	0,93	k	2,35	a	2,79	g	5,42	b	1,70	i
PS 881	Serbuk arang kayu	0,67	i	2,16	e	1,27	e	2,39	i	1,68	d	1,04	j	2,39	i	3,32	e	1,91	g
	Serbuk gergaji	0,01	l	1,29	g	0,13	i	0,99	l	0,98	j	1,30	g	0,99	l	2,66	h	0,80	k
	Sekam padi	0,06	l	0,25	l	0,03	j	2,32	i	2,26	b	1,22	h	2,33	i	1,48	l	0,99	j
BL	Serbuk arang kayu	1,61	d	2,34	d	1,59	d	3,27	k	1,05	i	1,21	h	3,27	k	3,67	d	2,77	c
	Serbuk gergaji	1,15	g	0,92	h	0,62	h	2,54	h	1,33	g	1,85	e	2,55	h	2,82	g	2,06	f
	Sekam padi	0,59	j	0,12	m	0,01	j	1,67	e	1,57	e	2,05	c	1,67	e	2,17	i	2,25	e
VMC	Serbuk arang kayu	4,93	a	4,03	a	1,22	e	5,65	a	0,44	n	1,60	f	5,65	a	5,84	a	2,70	c
	Serbuk gergaji	1,41	e	0,47	j	2,56	b	2,34	i	0,86	l	2,14	b	2,35	i	2,63	h	3,19	b
	Sekam padi	0,42	k	0,70	i	0,06	j	4,42	c	3,98	a	1,91	d	4,42	c	2,65	h	2,43	d

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5 %.

3.4. Laju Respirasi Benih

Laju respirasi benih berdasarkan sidik ragam sangat nyata dipengaruhi oleh interaksi varietas dan media simpan pada umur simpan 4, 8, 12, dan 16 hari (Tabel 6). Pada umur 8 hari penyimpanan, benih mata tunas tunggal yang disimpan pada serbuk arang kayu menghasilkan laju respirasi terendah untuk klon BL dan VMC, sedangkan varietas PS 864 tertinggi. Pola respirasi benih pada Gambar 1.

Penggunaan ketiga media simpan tidak nyata menghasilkan perbedaan laju respirasi benih untuk varietas KK dan PS 881. Perbedaan media simpan tidak nyata menyebabkan perbedaan laju respirasi varietas PS 881 dan menghasilkan laju respirasi terendah dibanding varietas lainnya (Tabel 7)

Tabel 6. Hasil sidik ragam pengaruh media simpan terhadap laju respirasi, indeks vigor dan daya kecambah benih mata tunas tunggal tebu

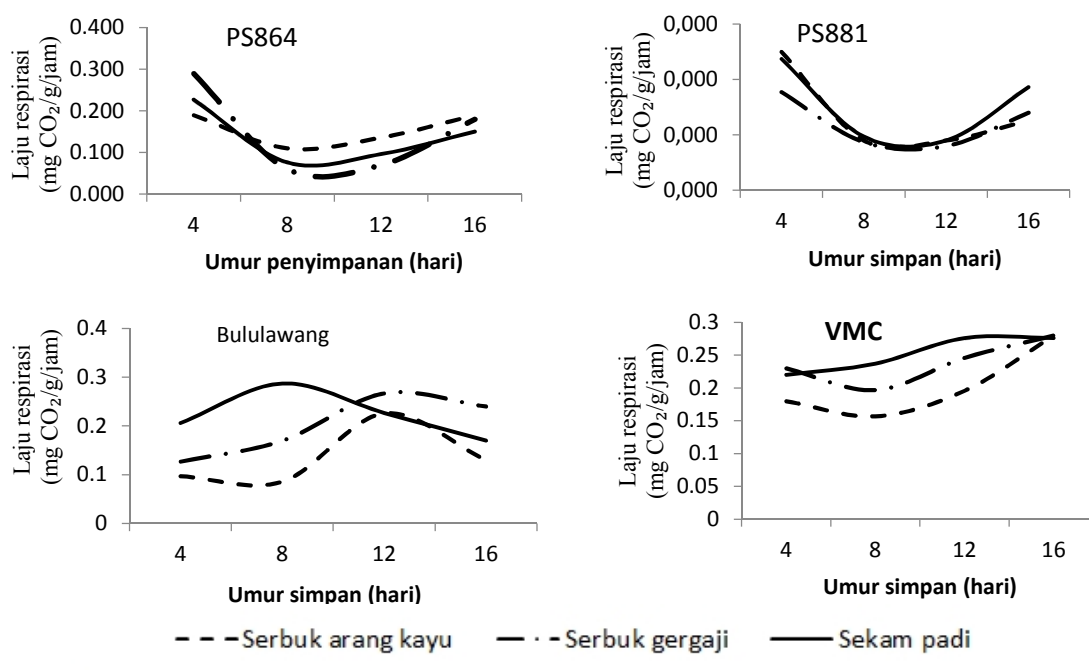
Sumber keragaman	db	Laju respirasi		
		Beda nyata F Tabel pada hari penyimpanan		
		8	12	16
Varietas	4	<,0001	<,0001	<,0001
Media simpan	2	0,2963	0,2963	0,0288
Interaksi	8	<,0001	<,0001	<,0001
KK (%)		19,08	10,85	8,03

Angka dalam tabel menunjukkan beda nyata uji F tabel: < 0,050 = nyata, < 0,010 = sangat nyata

Tabel 7. Pengaruh media simpan terhadap laju respirasi benih mata tunas tunggal 5 varietas tebu pada perbedaan umur simpan

Varietas	Media simpan	Laju respirasi benih pada beberapa hari penyimpanan (mg CO ₂ /g benih/jam)							
		4		8		12		16	
PS 864	Serbuk arang kayu	0,190	b-d	0,110	e-i	0,136	e	0,190	c
	Serbuk gergaji	0,290	a	0,060	j	0,070	f	0,180	c
	Sekam padi	0,227	bc	0,076	ij	0,096	f	0,150	de
KK	Serbuk arang kayu	0,137	ed	0,140	d-f	0,287	a	0,276	a
	Serbuk gergaji	0,130	e-f	0,130	d-h	0,216	cd	0,250	ab
	Sekam padi	0,070	f	0,137	d-g	0,226	cd	0,260	ab
PS 881	Serbuk arang kayu	0,250	ab	0,090	g-j	0,090	f	0,126	e
	Serbuk gergaji	0,177	cd	0,087	h-j	0,080	f	0,140	e
	Sekam padi	0,237	a-c	0,097	f-j	0,090	f	0,186	c
BL	Serbuk arang kayu	0,097	ef	0,086	h-j	0,226	cd	0,130	e
	Serbuk gergaji	0,127	d-f	0,170	cd	0,267	ab	0,240	b
	Sekam padi	0,206	bc	0,287	a	0,227	cd	0,170	cd
VMC	Serbuk arang kayu	0,180	cd	0,157	c-e	0,196	d	0,280	a
	Serbuk gergaji	0,230	a-c	0,197	bc	0,246	bc	0,280	a
	Sekam padi	0,220	bc	0,237	b	0,276	ab	0,276	a

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5 %.



Gambar 1. Pola respirasi varietas PS 864, PS 881, BL dan VMC pengaruh media penyimpanan pada perbedaan umur simpan.

3.5. Sifat Fisik dan Fisiologi Penentu Daya Tumbuh

Daya tumbuh benih mata tunas tunggal tebu selama penyimpanan ditentukan oleh sifat fisik dan fisiologi benih. Kadar air nisbi benih memiliki peranan terbesar dalam menentukan daya tumbuh benih, disusul oleh benih berjamur, laju respirasi, dan kadar sukrosa. Permukaan benih berjamur dan laju respirasi berperan negatif terhadap daya tumbuh benih. Persentase pengaruh masing-masing sifat fisik dan fisiologi benih tersebut dalam menentukan daya tumbuh tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Sifat fisik dan fisiologi benih mata tunas tunggal penentu daya tumbuh setelah penyimpanan

Sifat fisik dan fisiologi	Parameter Estimate	Standar Error	Type II SS	Persentase pengaruh	P-Value
Kadar air nisbi	0,795	0,0898	32333	71,90	<,0001
Bibit berjamur	-0,904	0,2495	5415,38	12,04	0,0006
Laju respirasi	-140,029	45,580	3896,10	8,70	0,0033
Kadar sukrosa	5,764	2,0307	3325,79	7,40	0,0063
<i>Sum of Residuals</i>	-0,307		<i>First Order Autocorrelation</i>		0,532
<i>Sum of Squared Residuals</i>	21614,00		<i>Durbin-Watson D</i>		0,932
<i>Sum of Squared Residuals-Error SS</i>	0,0000		<i>R²</i>		0,90

4. Pembahasan

Daya tumbuh benih mata tunas tunggal ditentukan oleh (1) persentase kadar air nisbi (KAN), (2) adanya jamur pada benih mata tunas tunggal, (3) laju respirasi, dan (4) kadar sukrosa benih. Daya

tumbuh benih mata tunas tunggal sebagian besar varietas tebu yang dikaji lebih tinggi apabila penyimpanan menggunakan serbuk arang kayu. Pengaruh KAN dalam menentukan daya tumbuh benih memiliki peranan tertinggi sebesar 71,9 %. KAN berperan positif menentukan daya tumbuh benih diduga karena KAN benih yang lebih tinggi akan menjaga sel dari kekeringan sehingga memperlambat penyusutan bobot benih tebu oleh respirasi. Air dalam molekul sel sangat penting, karena tujuh puluh persen berat molekul sel terdiri atas air (Lehninger, 1976). Pentingnya kondisi air benih terhadap daya tumbuh juga dilaporkan oleh Windauer et al. (2012) bahwa penyimpanan biji jarak pagar pada potensial air lebih tinggi (-0,27 MPa) memberikan persentase perkecambahan biji lebih tinggi dibanding pada potensial air lebih rendah (-0,17 dan -0,05 MPa).

KAN benih pada umur simpan 8-12 hari tersebut ditentukan oleh genetik. Klon PS 881 nyata menghasilkan KAN tertinggi. Klon PS 881 dan PS 864 merupakan klon yang secara genetik memiliki KAN yang lebih tinggi. Oleh karena itu benih PS 881 memiliki daya tumbuh tertinggi pada penyimpanan umur 8 dan 12 hari.

Jamur di benih menurunkan DT sebesar 12,04 % diduga karena terjadi penggunaan sumber energi untuk metabolisme jamur. Hal ini diketahui dengan adanya korelasi negatif antara persentase benih berjamur dan kandungan gula total ($r = -0,34^{**}$) serta kadar sukrosa ($r = -0,40^{**}$). Oleh karena itu, jamur pada benih nyata berperan negatif terhadap DT ($r = -0,382^{**}$). Media simpan serbuk arang kayu nyata menghasilkan benih berjamur yang terendah untuk klon PS 881 di umur simpan 8 hari dan klon KK, PS 881, BL, dan VMC di umur simpan 12 hari. Kemampuan media simpan serbuk arang kayu nyata menekan tumbuhnya jamur teramati juga hingga umur simpan 16 hari.

Laju respirasi benih berpengaruh negatif menentukan daya tumbuh benih sebesar 8,70 %. Respirasi tinggi pada benih mata tunas tunggal tebu selama penyimpanan tidak diharapkan, karena respirasi berpengaruh menurunkan cadangan makanan dalam benih, pelepasan dan akumulasi gas seperti CO₂, serta melepaskan energi terutama panas (Booth and Sowa, 2001; McCormick, 2004). Laju respirasi di akhir penyimpanan cenderung tinggi. Hal ini menunjukkan tingginya aktivitas metabolisme seperti peningkatan aktivitas enzim *Glutamic acid decarboxylase* yang berkorelasi positif dengan perkecambahan (Woodstock and Grabe, 1967). Disamping itu terjadi aktivitas enzimatik seperti aktivitas invertase yang menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (Chandra et al., 2012). Respirasi yang tinggi pada penyimpanan menurut Tatipata (2009) dipacu oleh kerusakan pospolipida dan kandungan protein di membran mitokondria. Respirasi klon PS 881, BL, dan VMC pada umur 8 dan 12 hari lebih rendah apabila benih mata tunas tunggal tersebut disimpan pada serbuk arang kayu.

Kadar sukrosa benih mata tunas tunggal tebu berpengaruh positif terhadap peningkatan DT pada penyimpanan sebesar 7,40 %. Hasil tersebut menunjukkan diperlukan media simpan yang dapat mempertahankan kadar sukrosa benih agar tetap tinggi, dengan menghambat kerja beberapa enzim karena perubahan sukrosa menjadi heksosa dipicu oleh aktivitas enzim invertase sukrosa seperti NI (*Neutral Invertase*) dan SAI (*Soluble Acid Invertase*) selama penyimpanan (Siswoyo et al., (2007). Media simpan serbuk arang kayu mampu mempertahankan kadar sukrosa benih lebih tinggi pada klon VMC, KK, dan PS 881.

Peran sukrosa 7,40 % menentukan daya tumbuh benih berhubungan dengan fungsi sukrosa sebagai sumber energi dan bahan baku sel (Lehninger, 1976). Sukrosa akan dihidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa (McCormick, 2007; Chandra et al., 2012). Kerangka karbon yang dihasilkan digunakan untuk respirasi, siklus sukrosa dan menghasilkan energi untuk perkecambahan (Chandra et al., 2012; Wang et al., 2013). Kadar sukrosa media pembibitan menentukan perkecambahan dan perakaran bibit kubis (Xu et al., 2010). Penambahan 6 % sukrosa pada media budi daya in vitro MS menghasilkan perakaran tebu terbaik dibanding pemberian 4 % sukrosa (Khan et al., 2006).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar sukrosa benih mata tunas tunggal tebu untuk mendapatkan DT yang tinggi tercapai pada 1,87-6,70 %. Kadar sukrosa benih mata tunas tunggal tebu merupakan ciri fisiologi benih yang penting sebagai salah satu penentu DT karena sangat nyata berkorelasi positif sebesar $r = 0,401^{**}$.

5. Kesimpulan

Media serbuk arang kayu lebih sesuai dalam menjaga viabilitas benih mata tunas tunggal tebu selama penyimpanan terutama untuk varietas KK da PS 881. Daya kecambahnya mencapai 66,25-82,50% dengan kadar sukrosa yang lebih tinggi pada umur simpan 12 hari. Sifat fisik dan fisiologi benih penentu daya tumbuh adalah adalah (1) kadar air nisbi yang tinggi, (2) bibit berjamur yang rendah, (3) laju respirasi yang rendah, dan (4) kadar sukrosa yang tinggi, peranan masing-masing 71,9%, 12,04%, 8,7% dan 7,4%. Oleh karena itu dalam menyiapkan benih mata tunas selama penyimpanan diupayakan menggunakan serbuk arang kayu, pemilihan varietas (PS 881 dan KK) dan memenuhi faktor penentu daya tumbuh.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Gadjah Mada atas program sumber dana penelitian melalui Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada dengan nomor UGM/396/LIT/2014. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Maluku Utara dan Badan Litbang Kementerian Pertanian yang memberi izin studi program Doktor di UGM.

7. Daftar Pustaka

- Booth, DT, & Sowa S. 2001. Respiration in Dormant and Non-dormant Bitterbrush Seed. *Journal of Arid Environment*, 48: 35-39.
- Chandra, A, Jain, R & Solomon S. 2012. Complexities of Invertases Controlling Sucrose Accumulation and Retention in Sugarcane. *Current Science*, 102 (6): 857-866.
- Jain, R. 2011. *Bud chip* Nurseries-history, Method of Raising, Results of Germination Studies. First National Seminar on Sustainable Sugarcane Initiative. Seminar Papers. AgSri, Sugarcane Breeding Institute (SBI) and NRMCI. Tamil Nadu-India, 24-25 August 2011.
- Jain, RS, Solomon, Srivastava, AK & Chandra A. 2011. Effect of Ethephon and Calcium Chloride on Growth and Biochemical Attributes of Sugarcane *Bud chips*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33: 905-910.
- Khan, EA, Dahot MU, Yasmin, S, Khatri, A, Seema, N & Naqvi MH. 2006. Effect of Sucrose and Growth Regulators on the Micropropagation of Sugarcane Clones. *Pak. J. Bot.* 38(4): 961-967.
- Lehninger, AL. 1976. Biochemistry. The Molecular Basis of Cell Structure and Function, 2nd edn. *Worth Publishers. Inc*, pp. 249-277.
- McCormick, AJ. 2004. Seed Processing and Storage: Principles and Practices of Seed Harvesting, Processing, and Storage: An Organic Seed Production Manual for Seed Growers in The Mid-Atlantic and Southern U.S. *Jeff McCormack, Version 1.3*, pp. 9-15.
- McCormick, AJ, Cramer, MD & Watt DA. 2007. Photosynthesis and The Regulatory Role of Sucrose and Hexose in Sugarcane Leaves. *South African Journal of Botany*, 73. 301.
- Natarajan, US. 2011. Tillering in SSI-Emergence, Factor Affecting, Constraints, and Solution. *Bud chip* Nurseries-History, Method of Raising, Results of Germination Studies. First National Seminar on Sustainable Sugarcane Initiative. Seminar Papers. AgSri, Sugarcane Breeding Institute (SBI) and NRMCI. Tamil Nadu-India, 24-25 August 2011.

- Pammenter, NW and Berjak A. 2000. Aspect of Recalcitrant Seed Physiology. *R. Bras.Fisiol. Veg*, 12: 56-69.
- P3GI, Konsep Peningkatan Rendemen untuk Mendukung Program Akselerasi Industri Gula Nasional 2008, diakses pada 9 September 2012, (www.sugarresearch.org).
- Saini, S.P., Sidhu, A.S., and Singh, P. 2012, Economics and Yield Potential of Single Bud Planted Autumn and Spring Sugarcane (*Saccharum* spp.hybrid) Intercropped with Pulses. *Indian Journal of Sugarcane Technology* 27(1):7-10
- Soemarno. 2010. Bagaimana Meningkatkan Rendemen Tebu, diakses pada 5 September 2012, (www.marno.lecture.ub.ac.id).
- Sulistiono W. 2017. Pengembangan Teknologi Sistem Pindah Tanam Bibit pada Budidaya Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Lahan Kering. Disertasi S3, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sulistiono, W, Taryono, Yudono P & Irham. 2018. Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Accelerates the Growth of Shoot Roots of Sugarcane Seedlings in the Nursery. *Australian Journal of Crop Science*, 12(7): 1082-1089.
- Siswoyo, TA, Oktavianawati, I, Djenal, Murdiyanto, D & Sugiharto B. 2007. Changes of Sucrose Content and Invertase Activity During Sugarcane Stem Storage. *Indonesian Journal of agriculture Science*, 8 (2): 75-81.
- Tatipata, A. 2009. Effect of Seed Moisture Content Packaging and Storage Period on Mitochondria Inner Membrane of Soybean Seed. *Journal of Agricultural Technology*, 5 (1): 51-64.
- Windauer, LB, Martinez, J, Rapoport, D, Wassner D & Arnold RB. 2012. Germination Responses to Temperature and Water Potential in *Jatropha Curcas* Seeds: a Hydrotime Model Explains The Difference Between Dormancy Expression and Dormancy Induction at Different Incubation Temperatures. *Annals of Botany*. 109: 265 – 273.
- Wang, J, Nayak, S, Koch, K & Ming R. 2013. Carbon Partitioning in Sugarcane (*Saccharum* species). *Plant Science*, 4 (201):1-6.
- Woodstock, LW & Grabe DF 1967, Relationships Between Seed Respiration During Imbibition and Subsequent Seedling Growth in *Zea mays* L. *Plant Physiol*, 42: 1071-1076.
- Xu, F, Tan X & Wang Z 2010, Effects of Sucrose on Germination and Seedling Development of *Brassica napus*. *International Journal of Biology*, 2 (1): 150-154.

Identifikasi Kultivar Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Unggul Tinggi Sukrosa dan Toleran Cekaman Kekeringan, Salinitas serta Oksidatif Berdasarkan Penanda Molekuler

Identification of Superior Sugarcane Cultivars (*Saccharum officinarum* L.) with High
Sucrose Level and Drought, Saline, Oxidative Stress Tolerant Based on Molecular Markers

Rina Sri Kasiamdari^{a*)}, Ganies Riza Aristya^{b)}, Heri Prabowo^{c)}, Febri Yuda Kurniawan^{b)}, dan Dea Febiansi^{b)}

^{a)}Laboratorium Sistemika Tumbuhan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada

^{b)}Laboratorium Genetika dan Pemuliaan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada

^{c)}Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Email: ganies_riza@ugm.ac.id, Tlp. 081328210804

Abstrak. Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditi yang sangat penting dalam sektor komersial karena menyumbang 65% produksi gula di seluruh dunia. Indonesia merupakan negara peringkat ke delapan di dunia sebagai negara dengan produktivitas, luas area penanaman dan hasil panen tebu terbesar di dunia. Setiap tahunnya terjadi peningkatan terhadap permintaan tebu di berbagai macam industri di Indonesia, sebagai bahan baku pembuatan gula. Cekaman lingkungan akibat perubahan iklim, seperti cekaman kekeringan, salinitas dan oksidatif merupakan salah faktor yang dapat memberikan dampak negatif terhadap produktifitas tebu. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak negatif perubahan iklim terhadap sektor pertanian dan meningkatkan produktivitas tebu Indonesia, perlu dilakukan pengembangan kultivar tebu unggul toleran cekaman lingkungan melalui pendekatan molekuler. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil genotipe kultivar tebu yang bersifat toleran terhadap cekaman lingkungan serta dapat menghasilkan sukrosa tinggi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah amplifikasi DNA menggunakan metode PCR dan uji kualitatif produk PCR. Gen *SCDR 1* dan *P5CS* merupakan gen yang terlibat dalam respon cekaman kekeringan, salinitas dan oksidatif pada tebu, sedangkan gen *Sus 2* merupakan gen yang menyandi kadar sukrosa tinggi pada tebu. Kehadiran ketiga gen tersebut menandakan kultivar tebu unggul toleran cekaman lingkungan dan mampu produksi sukrosa tinggi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kultivar PS 41, PS 58, PS 384, PS 851, PS 862, PS 864, PS 865, PS 881, PS 882, PS 891, PS 921 dan PS 951, merupakan kultivar tebu yang memiliki sifat toleran terhadap cekaman lingkungan, namun memiliki produktivitas sukrosa rendah.

Kata kunci : cekaman-lingkungan, identifikasi, molekuler, sukrosa, tebu

Abstract. Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is one of the most important commodities in the commercial sector because it accounts for 65% of sugar production worldwide. Indonesia is the eighth ranked country as a country with the highest productivity, planting area and sugar cane yield in the world. Every year there is an increase with the demand for sugarcane in various Indonesian industries, as the raw material for making sugar. Environmental stress due to climate change, such as drought, salinity and oxidative stress is one of the factors that can have a negative impact on the production of sugarcane. Therefore, to reduce the negative impact of climate change on the agricultural sector and increase the productivity of Indonesian sugarcane, it is necessary to develop superior sugarcane cultivars tolerant to environmental stress through a molecular approach. This study aims to determine the genotypic profile of sugarcane cultivars which are tolerant to environmental stress and

allow produce high sucrose. The method used in this study is DNA amplification using the PCR method and qualitative testing of PCR products. SCDR 1 and P5CS genes are genes involved in drought, salinity and oxidative stress responses in sugarcane, while Sus 2 genes are genes that encode high sucrose levels in sugarcane. The presence of these three genes indicates that superior sugarcane cultivars are tolerant to environmental stress and capable of high sucrose production. Based on the research that has been done it can be seen that the cultivars PS 41, PS 58, PS 384, PS 851, PS 862, PS 864, PS 865, PS 881, PS 882, PS 891, PS 921 and PS 951, are sugarcane cultivars that have tolerant to environmental stress, but has low sucrose productivity.

Keywords: identification, molecular, stress-environment, sucrose, sugarcane

1. Pendahuluan

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) tergolong dalam rumput yang tumbuh pada lingkungan tropis dan berukuran besar dengan batang yang beruas. Setiap node terdiri dari cincin pertumbuhan atau meristem interkalar. Batang tebu mirip dengan jagung dan sorgum karena diisi dengan sel parenkim dan tidak berongga seperti kebanyakan rumput (Moore, 1987). Batang tebu adalah area penyimpanan utama untuk hasil fotosintat (sukrosa) pada tanaman tebu, daripada buah atau struktur benih. Cekaman atau stres lingkungan merupakan cekaman yang diakibatkan oleh faktor abiotik, yang meliputi cekaman kekeringan, salinitas, oksidatif dan sebagainya. Stress kekeringan menginduksi berbagai respon fisiologis dan biokimia pada tanaman. Tanggapan ini termasuk penutupan stomata, represi pertumbuhan sel dan fotosintesis, aktivasi fotorespirasi dan akumulasi ROS. Tanaman juga merespon dan beradaptasi terhadap kondisi defisit cairan pada tingkat seluler dan molekuler, misalnya dengan akumulasi osmolytes, protein khususnya yang terlibat dalam toleransi stres, hormon (ABA) dan gen tertentu (Shinozaki and Yamaguchi-Shinozaki, 2007). Cekaman salinitas tidak hanya berpengaruh pada laju pertumbuhan, namun juga berpengaruh pada konsentrasi sukrosa pada batang tebu (Rozeff, 1995). Pada beberapa kultivar tebu juga menunjukkan adanya pengaruh pada pertumbuhan tunas (Akhtar et al., 2001). Terdapat beberapa gen yang terlibat dalam respon cekaman salinitas diantaranya DREB 1. Cekaman oksidatif oleh ROS dapat berakibat fatal bagi tanaman karena dapat menyerang proses metabolisme seluler seperti proses respirasi seluler yang terkait dengan produksi energi bagi sel. Mekanisme toleransi terhadap ROS yang dapat dilakukan oleh tanaman adalah dengan pengaturan regulasi gen, misalkan gen SCDR 1 yang akan meningkatkan produksi klorofil, peningkatan ini dapat membantu pengelolaan ROS agar tidak melebihi batas normal (Begcy et al., 2012).

Tingkat kebutuhan gula di Indonesia mencapai 4,6 juta ton dan akan terus meningkat setiap tahunnya (Voboril, 2010), namun hal ini belum dapat diimbangi oleh produksi gula dalam negeri karena surutnya kondisi pertebuan di Indonesia. Hal ini menyebabkan pemerintah berupaya keras untuk mengembalikan kondisi pertebuan di Indonesia yang semula pernah berjaya. Sebagai contoh upaya tersebut berupa perbaikan berbagai sistem budi daya tebu baik mulai penanaman hingga pengolahan menjadi gula siap pakai. Pada tahun 2013, luas areal tanaman tebu Indonesia mencapai 463.566,60 hektar dengan kontribusi utama adalah Jawa Timur (45,7%), Jawa Tengah (12,5%), Jawa Barat (4,5%), Lampung (27,3%), Gorontalo (2,1%), Sulsel (2,9%), Sumsel (2,1%), Sumut (2,1%), dan DIY (0,8%) (Ditjenbun, 2013). Secara historis, gula hanya dihasilkan dari tebu dalam jumlah yang relatif kecil. Hal ini mengakibatkan gula menjadi barang mewah, terutama di Eropa karena tebu sulit ditanam. Pendataan yang telah dilakukan pemerintah dalam periode 2003-2008, menunjukkan bahwa produksi gula nasional meningkat dalam kurun waktu 5 tahun yaitu dari 1.62 juta ton menjadi 2.7 juta ton (Dhiyaudzdzikrillah, 2011).

Tanaman tebu memiliki produk utama yaitu berupa sukrosa. Sukrosa sebagai sumber karbon untuk aktivitas hidup bakteri endofit terdistribusi tidak merata pada ruas batang tebu. Kandungan

sukrosa satu kultivar dengan kultivar lainnya berbeda, hal ini dipengaruhi oleh faktor tahapan perkembangan tanaman (umur) serta lingkungan hidup tanaman (Rodiyah et al., 2004). Proses identifikasi genotipe tanaman tebu tinggi sukrosa pada tahap awal pertumbuhan penting dilakukan untuk program pemuliaan tanaman sebagai salah satu cara dalam meningkatkan produktivitas hasil olahan tanaman tebu. Begitu pula pada tebu yang memiliki sifat toleran pada kondisi lingkungan tercekam, sehingga diharapkan dapat diperoleh kultivar tebu unggul yang memiliki produktivitas sukrosa yang tinggi serta mampu ditanam dalam berbagai kondisi lingkungan dan daerah di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi dan deteksi secara dini terhadap kultivar tebu yang bersifat unggul, dengan karakter produktivitas sukrosa yang tinggi dan tahan terhadap cekaman lingkungan dalam rangka peningkatan produksi gula di Indonesia.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2018 sampai dengan bulan November 2018. Sampling tebu dilakukan pada dua tempat yaitu dari hasil pembibitan PT. Madu Baru di kebun Polosio A, Desa Poncosari, Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, DIY dan tebu hasil pembibitan di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, Jawa Timur. Isolasi DNA, uji kualitatif DNA serta PCR dilakukan di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Fakultas Biologi UGM. Uji kuantitatif DNA dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran UGM.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sampel daun tebu dari 12 kultivar tebu yaitu kultivar PS 41, PS 58, PS 384, PS 851, PS 862, PS 864, PS 865, PS 881, PS 882, PS 891, PS 921, dan PS 951. Reagen dan bahan kimia yang digunakan diantaranya nitrogen cair, kit isolasi DNA *Nucleon Phytopure*, isopropanol dingin, larutan TE 1X (10 mM tris-HCL pH 8,0), *loading dye* (30% Gliserol; 0,2% Bromophenol Blue; 10 mM tris-HCL pH 8; 0,1 mM EDTA), bubuk agarose, *florosafe*, *TBE buffer*, *ethanol* 70 %, kit PCR Boline, primer *SCDR 1*, *P5CS*, serta *AI* (Tabel 1), *DNA ladder* 100 bp dan 1000 bp, ddH₂O steril, *chloroform* dingin dan es batu.

Tabel 1. *Sequence* primer spesifik *SCDR 1*, *P5CS* dan *AI* untuk amplifikasi PCR

No.	Primer	<i>Sequence</i> (5'-3')
1	<i>SCDR 1-Forward</i>	AGAAGAAGGTGGTGGTGGTG
	<i>SCDR 1-Reverse</i>	CAGGCTTAGACTTGGGCTTG
2	<i>P5CS- Forward</i>	ACAGATGATAAAGTAGCAGAGAC
	<i>P5CS- Reverse</i>	AGACCTTCAACACCCACAG
3	<i>AI- Forward</i>	CAA GTT CTA CGC GTC CAA GAC
	<i>AI- Reverse</i>	CAG ATG TCC GTG ACC ATT AGT

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain komputer, *mortar*, *pestle*, spektrofotometer (*NanoVue Plus*), *electroporator*, lumpang, timbangan analitik, *microcentrifuge* (*Gyro Spin Gyrozen*), *water bath*, *micropipette* (P2, P20, P200), *microtube* 1,5 mL dan 0,2 mL, *vortex*, pinset, kain handuk, kertas label, spidol marker permanen, tisu, aluminium foil, inkubator (*Memmert*), kotak es, botol *conical*, gelas beker 50 mL, *autoclave*, mesin PCR (*Veriti Thermal Cycler Applied Biosystems*), *Gel Doc*, *Optilab*, *horizontal agarose gel elektroforesis apparatus*, *power supply*, sisir pembentuk sumuran (*well-forming combs*), pipet tip (putih, kuning dan biru), rak tip, parafilm, *freezer* (*Modena*), erlenmeyer 500 mL, gelas ukur 500 mL, labu ukur 250 mL, *microwave*, software *Corel Draw* versi 11.

3. Cara Kerja

3.1. Isolasi DNA Genom

Pada penelitian ini isolasi DNA genom dilakukan menggunakan reagen kit *Nucleon Phytopure*. Langkah pertama sampel daun dipotong kecil dan ditimbang menggunakan timbangan analitik sebesar 0,3 gram. Sampel daun yang telah ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam mortar dan ditambahkan nitrogen cair untuk memudahkan penggerusan. Sampel daun digerus sampai halus dan bertekstur seperti bubuk. Sampel yang telah halus kemudian dimasukkan ke dalam *microtube* 1,5 mL yang telah diberi label dan ditambahkan reagen *Phytopure* secara bertahap beserta reagen reagen lainnya sesuai dengan protokol yang telah ditentukan. Setelah dilakukan proses isolasi DNA genom dari 12 sampel daun tebu, kemudian sampel tersebut disimpan di dalam *freezer* pada suhu -20°C.

3.2. Uji Kuantitatif DNA Genom

DNA genom yang telah dilakukan isolasi pada tahap sebelumnya, kemudian dilakukan uji kuantitatif DNA untuk mengetahui konsentrasi dan kemurnian DNA yang telah diisolasi menggunakan spektrofotometer. Nilai absorbansi pada λ 260 nm, menunjukkan konsentrasi DNA dalam 50 μ g/mL. Selanjutnya konsentrasi DNA dihitung dengan menggunakan rumus Absorbansi λ 260 x 50 x pengenceran μ g/mL. Selain itu, hasil rasio kemurnian DNA juga akan ditampilkan dalam monitor alat tersebut. Tingkat kemurnian DNA dapat diukur dengan absorbansi λ 260/ λ 280, dengan rasio kemurnian DNA yang baik menurut Sambrook and Russel (1989) adalah pada kisaran 1,8 sampai dengan 2,0.

3.3. Uji Kualitatif DNA Genom

DNA genom yang telah diisolasi juga dilakukan uji kualitatif untuk membuktikan bahwa sampel hasil isolasi merupakan DNA serta mengetahui ukuran DNA genom tebu dalam *base pair* (bp). Uji kualitatif DNA genom tebu dilakukan dengan teknik elektroforesis menggunakan gel agarosa.

3.4. Amplifikasi DNA berdasarkan metode PCR

Tahap selanjutnya adalah dilakukan amplifikasi DNA menggunakan *primer* gen target spesifik. Amplifikasi dilakukan dengan mesin PCR (*Veriti Thermal Cycler Applied Biosystems*). *Premix* PCR dibuat sesuai dengan jumlah sampel yang akan diamplifikasi. *Premix* terdiri dari ddH₂O steril, primer spesifik yang telah diencerkan dan kit PCR Boline. Selanjutnya semua reagen *premix* PCR dimasukkan ke dalam *microtube* khusus 1,5 mL tanpa ditambahkan DNA *template* (DNA genom hasil isolasi) terlebih dahulu (Tabel 2).

Tabel 2. Formula komposisi larutan PCR

Campuran	Volume	Konsentrasi
DNA sampel	2 μ L	20 ng/ μ L
Kit PCR	12,5 μ L	-
Primer <i>Forward</i>	1 μ L	25 μ M
Primer <i>Reverse</i>	1 μ L	
ddH ₂ O steril	8,5 μ L	-

Selanjutnya apabila seluruh *premix* telah dibagikan ke dalam masing-masing *microtube* PCR, kemudian DNA *template* ditambahkan ke dalam masing-masing *microtube*. Volume total setiap reaksi PCR adalah 25 μ L untuk setiap *microtube* (Tabel 2). Campuran kemudian dihomogenkan kembali dengan menggunakan *vortex*. Selanjutnya *microtube* yang berisi campuran dimasukkan ke dalam mesin PCR yang telah diatur waktu, suhu serta jumlah ulangan untuk setiap siklusnya pada proses amplifikasi DNA.

Sampel diamplifikasi dengan mesin PCR dengan waktu, suhu dan siklus pada amplifikasi yaitu siklus predenaturasi dilakukan pada suhu 94°C selama 1 menit, denaturasi pada 94°C selama 45 detik, *annealing* pada 62°C selama 1 menit, *elongation* pada 72°C selama 75 detik dan *post elongation* pada 72°C selama 75 detik. Siklus denaturasi, *annealing* dan *elongation* diulangi sebanyak 40 kali. Metode tersebut digunakan pada primer spesifik *SCDR 1* dan *P5CS*, sedangkan untuk primer spesifik *AI*, digunakan protokol yang berbeda. Protokol yang digunakan yaitu siklus predenaturasi dilakukan pada suhu 94°C selama 1 menit, denaturasi pada 94°C selama 1 menit, *annealing* pada 52°C selama 2 menit, *elongation* pada 72°C selama 1 menit dan *post elongation* pada 72°C selama 5 menit. Siklus denaturasi, *annealing* dan *elongation* diulangi sebanyak 40 kali.

3.5. Analisis Produk PCR secara Kualitatif

Hasil amplifikasi PCR sebelumnya yang telah diperoleh kemudian dianalisis secara kualitatif dengan teknik elektroforesis. Gel agarosa yang berisi sampel dan telah di-*running* kemudian diamati dengan *Gel Doc* dan *Optilab* yang telah terhubung pada komputer. Gel diletakkan di atas sinar UV untuk visualisasi pita DNA. Pita tunggal yang muncul pada saat visualisasi gel agarosa menunjukkan kehadiran gen target spesifik yang telah diamplifikasi dengan PCR.

4. Analisis Hasil

Hasil uji kualitatif digunakan untuk mengetahui ukuran genom sampel tebu dengan dibandingkan pada *ladder*. DNA genom akan muncul tepat di bawah sumuran karena ukurannya yang sangat besar, yaitu lebih dari 760 Mbp sampai dengan 926 Mbp untuk total ukuran genom dasarnya (Menossi et al., 2008). Data yang diperoleh dari hasil isolasi DNA genom diuji secara kuantitatif. Jika kemurnian DNA yang diukur kurang dari 1,8 maka sampel DNA terkontaminasi oleh protein, apabila kemurnian yang terukur ternyata lebih dari 2,0 maka sampel terkontaminasi oleh molekul RNA.

Hasil amplifikasi DNA dengan *primer* gen target spesifik kemudian dianalisis dengan menggunakan metode elektroforesis atau secara kualitatif untuk melihat keberadaan gen tersebut. Untuk mendeteksi keberadaan gen target pada sampel dapat diamati melalui panjang pita DNA yang dihasilkan dari proses amplifikasi (Tabel 3).

Tabel 3. Panjang amplicon produk PCR dengan primer gen target spesifik

Gen	Primer	Amplicon Size (bp)	Acc. Number	Sumber
<i>SCDR 1</i> (<i>Sugarcane drought related 1</i>)	<i>SCDR 1</i>	315 bp	NJ979786	Begcy et al., 2012
<i>P5CS</i> (<i>Delta -1- pyrroline - 5- carboxylate synthetase</i>)	<i>P5CS</i>	167 bp	AY888045.1	Matin et al., 2014
<i>Sus 2</i> (<i>Sucrose synthase 2</i>)	<i>AI</i>	500 bp	AY118266	Lingle and Dyer, 2004

Apabila pada hasil visualisasi gel agarosa dijumpai pita DNA sesuai dengan panjang tertentu seperti pada Tabel 3 dengan membandingkan pada *marker*, maka dapat disimpulkan bahwa sampel yang diuji mengandung gen target spesifik yang kita inginkan yaitu gen *SCDR 1*, *P5CS* dan *Sus 2*. Data hasil PCR disajikan dalam bentuk gambar hasil visualisasi gel agarosa.

5. Hasil dan Pembahasan

Kondisi cekaman kekeringan mempengaruhi kondisi seluruh organ tanaman. Respon morfologi dan fisiologis tanaman tebu bervariasi sesuai dengan genotip, durasi (cepat atau bertahap) dan intensitas (berat atau ringan) dari cekaman dan juga jenis jaringan yang terpengaruh. Kondisi kering juga mempengaruhi produktivitas tebu dan gula yang dihasilkan secara substansial. Variasi genetik juga berpotensi besar untuk menghasilkan tebu dan gula pada kondisi cekaman kekeringan. Respon terhadap cekaman kekeringan yang paling umum pada tebu adalah penggulungan daun, penutupan stomata, penghambatan tangkai dan pertumbuhan daun, penuaan daun dan daerah daun berkurang. Selain itu, di bawah kondisi cekaman, baik pembelahan sel, pemanjangan sel, pemanjangan batang dan daun juga akan terganggu. Perkembangan akar juga dipengaruhi oleh defisit air, namun relatif kurang terlihat jika dibandingkan dengan biomassa di atas tanah (Ferreira et al., 2017).

Selain karakter tersebut, karakter seperti keberadaan trikoma, kutikula, bentuk daun yang sempit, batang yang keras, dan sebagainya merupakan beberapa karakter morfologi yang dimiliki oleh setiap kultivar tebu tersebut sebagai mekanisme untuk menghindari transpirasi yang berlebihan (Gambar 1). Berdasarkan uji kualitatif DNA genom dari 12 kultivar tebu tersebut, dapat diketahui bahwa semua sampel memiliki ukuran genom yang cukup besar yaitu mendekati ukuran 1000 Mbp, sehingga dapat dikatakan bahwa semua sampel DNA yang telah diisolasi tergolong DNA tebu. Berdasarkan uji kuantitatif, dapat diketahui bahwa 12 sampel tebu memiliki konsentrasi DNA yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 240 sampai dengan 1840 ng/ μ L. Tingkat kemurnian dari 12 kultivar tebu tersebut juga tergolong cukup baik, yaitu berkisar antara 1,5 sampai dengan 2,0.

Berbagai macam gen dengan beragam fungsi diinduksi atau ditekan oleh kondisi cekaman atau stres. Sebagian besar dari produk gen dapat berfungsi dalam respon stres dan toleransi di tingkat sel. Stres kekeringan menginduksi berbagai respon fisiologis dan biokimia pada tanaman. Tanggapan ini termasuk penutupan stomata, represi pertumbuhan sel dan fotosintesis dan aktivasi respirasi. Tanaman juga merespon dan beradaptasi terhadap kondisi defisit cairan pada tingkat seluler dan molekuler, misalnya dengan akumulasi *osmolytes* dan protein khususnya yang terlibat dalam toleransi stres. Kekeringan memicu produksi fitohormon asam absisat (ABA), yang pada gilirannya menyebabkan penutupan stomata dan menginduksi ekspresi gen yang berhubungan dengan stres.

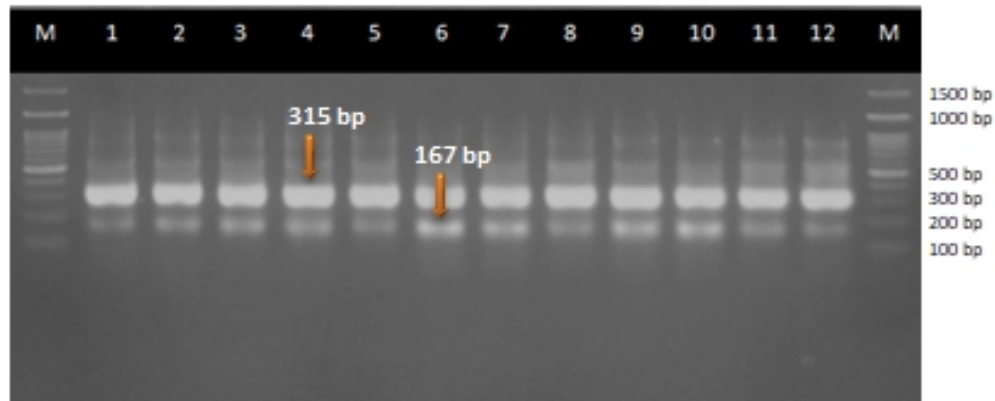


Gambar 1. Perbandingan karakter morfologi pada 12 sampel kultivar tebu dari Balittas, Malang dan PT. Madu Baru di Kebun Polosio A, Desa Poncosari, Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, Ket: 1: PS 41, 2: PS 58, 3: PS 384, 4: PS 851, 5: PS 862, 6: PS 864, 7: PS 865, 8: PS 881, 9: PS 882, 10: PS 891, 11: PS 921, dan 12: PS 951.

Pada lingkungan dengan salinitas tinggi, *uptake* air sulit, karena air laut memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dari air tanah pada umumnya karena mengikat mineral garam. Salinitas tidak hanya berpengaruh pada laju pertumbuhannya, namun juga berpengaruh pada konsentrasi sukrosa pada batang tebu (Rozeff, 1995). Pada beberapa kultivar tebu juga menunjukkan adanya pengaruh pada pertumbuhan tunas (Akhtar et al., 2001).

ROS dapat berakibat fatal bagi tanaman karena dapat menyerang proses metabolisme seluler seperti proses respirasi seluler yang terkait dengan produksi energi bagi sel. Gen *SCDR 1* adalah salah satu gen yang berperan dalam mekanisme pengaturan cekaman oksidatif. Pada saat terjadi cekaman oksidatif, tanaman akan menghasilkan total *chlorophyll content* yang tinggi sebagai akibat aktivitas gen ini untuk melakukan mekanisme pengaturan jumlah ROS (Begcy et al., 2012). Selain berperan dalam pengaturan respon tanaman tebu terhadap cekaman oksidatif, gen ini juga berperan dalam respon tanaman terhadap cekaman kekeringan dan salinitas. Apabila dari 12 kultivar tebu yang diteliti terdeteksi memiliki gen *SCDR 1*, maka dapat dikatakan bahwa kultivar tebu tersebut bersifat toleran terhadap cekaman kekeringan, salinitas dan oksidatif. Diharapkan dari kultivar tebu yang terdeteksi memiliki gen tersebut mampu ditanam pada berbagai macam lahan dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Meskipun dalam kondisi tercekam, kultivar tebu unggul tersebut diharapkan juga mampu tumbuh secara optimal tanpa mempengaruhi produktivitasnya.

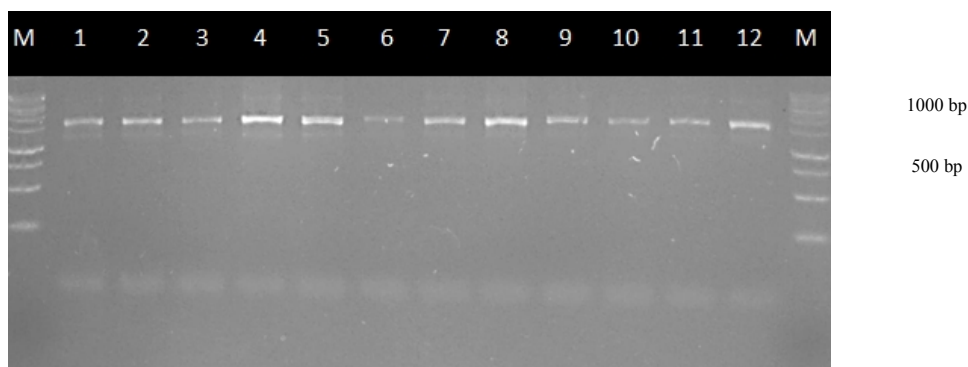
Gen *P5CS* merupakan salah satu gen yang juga berperan dalam respon tanaman terhadap kondisi cekaman kekeringan. Pada kondisi cekaman kekeringan, tanaman tebu yang terdeteksi memiliki gen tersebut mampu bertahan dalam kondisi tercekam, namun sebagai konsekuensi dari respon pertahanan ini, kultivar tebu tersebut akan mengalami penurunan produktivitas sukrosa pada kondisi tercekam (Matin et al., 2014). Apabila pada kultivar tebu yang diteliti, terdeteksi memiliki gen *SCDR 1* dan *P5CS*, maka kultivar tebu tersebut memiliki pertahanan ganda terhadap kondisi cekaman kekeringan dan bersifat lebih resisten terhadap kondisi cekaman lingkungan serta diharapkan mampu ditanam di berbagai macam tipe lahan dan lokasi.



Gambar 2. Hasil elektroforesis produk PCR dengan primer spesifik Gen *SCDR 1* (315 bp) dan *P5CS* (167 bp) pada 12 sampel kultivar tebu dari Balittas Malang dan PT. Madu Baru, Yogyakarta, Ket: 1: PS 41, 2: PS 58, 3: PS 384, 4: PS 851, 5: PS 862, 6: PS 864, 7: PS 865, 8: PS 881, 9: PS 882, 10: PS 891, 11: PS 921, 12: PS 951, dan M: Marker.

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa 12 kultivar tebu yang diteliti terdeteksi memiliki Gen *SCDR 1* yang ditandai dengan munculnya pita DNA dengan ukuran 315 bp pada hasil elektroforesis. Selain itu juga terdeteksi memiliki Gen *P5CS* yang ditandai dengan munculnya pita DNA dengan ukuran 167 bp pada hasil elektroforesis. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa 12 kultivar tebu yang diteliti, merupakan kultivar tebu yang bersifat unggul yang bersifat toleran terhadap kondisi cekaman lingkungan yang meliputi cekaman kekeringan, salinitas dan oksidatif.

Tanaman tebu memiliki produk utama yaitu berupa sukrosa. Sukrosa sebagai sumber karbon untuk aktivitas hidup bakteri endofit terdistribusi tidak merata pada ruas batang tebu. Kandungan sukrosa satu kultivar dengan kultivar lainnya berbeda, hal ini dipengaruhi oleh faktor tahapan perkembangan tanaman (umur) serta lingkungan hidup tanaman (Rodiyah et al., 2004). Proses identifikasi genotipe tanaman tebu tinggi sukrosa pada tahap awal pertumbuhan penting dilakukan untuk program pemuliaan tanaman sebagai salah satu cara dalam meningkatkan produktivitas hasil olahan tanaman tebu. Gen *Sus2* (*Sucrose synthase 2*) merupakan enzim yang sangat penting karena Gen *Sus2* ini merupakan enzim yang dapat melakukan metabolisme sukrosa pada tanaman tebu (Lingle and Dyer, 2004).



Gambar 3. Hasil elektroforesis produk PCR dengan primer spesifik Gen *Sus 2* (500 bp) pada 12 sampel kultivar tebu dari Balittas Malang dan PT. Madu Baru, Yogyakarta, Ket: 1: PS 41, 2: PS 58, 3: PS 384, 4: PS 851, 5: PS 862, 6: PS 864, 7: PS 865, 8: PS 881, 9: PS 882, 10: PS 891, 11: PS 921, 12: PS 951, dan M: Marker.

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa 12 kultivar tebu yang diteliti tidak terdeteksi memiliki sukrosa tinggi yang ditandai dengan tidak ditemukannya pita DNA ukuran 500 bp pada hasil elektroforesis PCR. Gen *P5CS* merupakan gen yang berperan dalam biosintesis asam amino prolin. Asam amino prolin merupakan satu komponen utama yang menyusun enzim serta protein yang berperan dalam respon terhadap cekaman kekeringan. Aktivitas gen ini ternyata memiliki korelasi negatif terhadap biosintesis sukrosa, sehingga dalam kondisi cekaman kekeringan tanaman tebu yang mengekspresikan gen ini akan cenderung meningkatkan aktivitas biosintesis prolin dan menurunkan produktivitas sukrosa (Iskandar et al., 2011).

Pada kondisi cekaman kekeringan tanaman tebu yang mengekspresikan Gen *P5CS* akan memiliki sifat ketahanan terhadap kondisi cekaman tersebut, sehingga tanaman tebu tetap dapat tumbuh dengan optimal, namun sebagai efek samping, tanaman tebu tersebut akan menurunkan produktivitas sukrosa pada batangnya. Hal ini dikarenakan sukrosa yang dihasilkan akan digunakan untuk menunjang proses metabolisme, pertumbuhan dan perkembangan dalam kondisi tercekam, sehingga kadar sukrosa yang terakumulasi dalam batang akan menurun. Hal ini juga didukung, berdasarkan kehadiran Gen *Sus 2*, ternyata dua belas kultivar tebu tersebut tergolong kultivar tebu yang memiliki produktivitas sukrosa rendah.

6. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kultivar PS 41, PS 58, PS 384, PS 851, PS 862, PS 864, PS 865, PS 881, PS 882, PS 891, PS 921 dan PS 951, merupakan kultivar tebu yang memiliki sifat toleran terhadap cekaman lingkungan yang meliputi cekaman kekeringan, salinitas dan oksidatif berdasarkan kehadiran Gen *SCDR 1* dan *P5CS*. Dua belas kultivar tebu tersebut memiliki produktivitas sukrosa yang tergolong rendah berdasarkan ketidakhadiran Gen *Sus 2* pada kultivar tersebut. Berdasarkan Gen *P5CS*, dua belas kultivar tebu tersebut cenderung beradaptasi dalam kondisi cekaman kekeringan dengan cara menurunkan produksi sukrosa pada batangnya.

7. Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini tim peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas terselesainya penelitian dan publikasi kepada Kementerian Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) melalui kegiatan hibah penelitian Kerjasama Penelitian, Pengkajian dan Pengembangan Pertanian Strategis (KP4S) tahun anggaran 2018 nomor :

2052/UN1/DITLIT/DIT-LIT/LT/2018 dan Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Malang, Jawa Timur atas waktu dan tempat dalam pengambilan sampel dan kerjasama yang baik. PT. Madu Baru atas izin yang telah diberikan untuk pengambilan sampel di Kebun Polosio A, Desa Poncosari, Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, DIY, serta kerjasama yang baik.

8. Daftar Pustaka

- Akhtar, S., A. Wahid, M. Akram, E. Rasul. 2001. Some Growth, Photosynthetic and Anatomical Attributes of Sugarcane Phenotypes under NaCl Salinity. *International Journal of Agriculture and Biology*, 3: 439-443.
- Begcy, K., E. D. Mariano, A. Gentile, C. G. Lembke, S. M. Zingaretti, G. M. Souza, and M. Menossi. 2012. A Novel Stress-Induced Sugarcane Gene Confers Tolerance to Drought, Salt, Oxidative Stress in Transgenic Tobacco Plants. *PLoS ONE*, 7(9) :1-14.
- Dhiyaudzikrillah, 2011. Pengelolaan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Lahan Kering di PT Gula Putih Mataram, Lampung Dengan Aspek Khusus Tebang, Muat, dan Angkut. *Skripsi*. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Ditjenbun. 2013. Peningkatan Produksi, Produktivitas, dan Mutu Tanaman Semusim. Pedoman Teknis Pengembangan Tanaman Tebu Tahun 2013. Kementerian Pertanian. Hal 4 (63)
- Ferreira, T. H. S., M. S. Tsunada, D. Bassi, P. Araujo, L. Mattiello, G. V. Guidelli, G. L. Righetto, V. R. Goncalves, P. Lakshmanan, and M. Menossi. 2017. Sugarcane Water Stress Tolerance Mechanisms and its Implications on Developing Biotechnology Solutions. *Front. Plant Sci.*, 8 : 1077.
- Iskandar, H. M., R. E. Casu, A. T. Fletcher, S. Schmidt, J. Xu, D. J. Maclean, J. M. Manners, and G. D. Bonnett. 2011. Identification of Drought-response Genes and a Study of Their Expression During Sucrose Accumulation and Water Deficit in Sugarcane Culms. *Plant Biology*, 11 (12) : 1-14.
- Lingle, S.E., and J.M. Dyer. 2004. Polymorphism in the Promoter Region in the Sucrose Synthase-2 Gene of *Saccharum* Genotypes. *Journal American Society Sugar Cane Technologists*, 24 : 241-249.
- Matin, R., M. A. Ebrahimi, A. Niazi. 2014. Quantitative Expression Analysis of P5CS and BADH Genes in Cultivated Wheat Plants under Salt and ABA Treatments. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 3 (1) : 43-48.
- Menossi, M., M. C. Silva-Filho, M. Vincentz, M. A. Van-Sluys, and G. M. Souza. 2008. Sugarcane Functional Genomics: Gene Discovery for Agronomic Trait Development. *International Journal of Plant Genomics*, 2008 : 1-11.
- Moore, P.H. 1987. Anatomy and Morphology. Chapter 3. In: DJ Heinz, ed. Sugarcane Improvement Through Breeding. *Elsevier. Amsterdam*. pp 85-142.
- Rodiyah, S. Joedoro, Y. Triwibowo. 2004. Distribusi dan Diversitas Genetik Bakteri Diazotrof Endofit pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Sains dan Sibernatika*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 17(2). Hal. 228.
- Rozeff, N. 1995. Sugarcane and Salinity-a review paper. *Sugar Cane*, 5: 8-19.
- Sambrook, J. and D.W. Russel. 1989. Molecular Cloning: A Laboratory Manual 2nd ed. Cold-Spring Harbor Laboratory Press. New York. Pp.165-166.
- Shinozaki, K. and K. Yamaguchi-Shinozaki. 2007. Gene Networks Involved in Drought Stress Response and Tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 58 (2) : 221-227.
- Voboril, Dennis. 2010. Indonesia Sugar Annual Report 2010. GAIN (Global Agriculture Information Network) Report. No. ID 1014.

Keragaan Hasil dan Viabilitas Benih F1 Hasil Persilangan Inter dan Intraspesifik Tebu (*Saccharum* spp.) pada Beberapa Musim

Seed Yield and Viability Performances of F1 Inter and Intraspecific Crosses of Sugarcane (*Saccharum* spp.) Across Several Seasons

Mala Murianingrum, Abdurakhman, dan Bambang Heliyanto

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Email: mala.murian1439@gmail.com

Abstrak. Persilangan konvensional hingga saat ini masih merupakan pilihan terbaik dalam perakitan varietas unggul tebu. Informasi hasil dan viabilitas benih F1 menjadi hal yang penting dalam program perakitan varietas tebu melalui persilangan khususnya dalam proses seleksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaan hasil dan viabilitas benih hasil persilangan inter dan intraspesifik sebagai informasi awal dalam perakitan varietas tebu melalui persilangan. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Karangploso, Balittas Malang, dari tahun 2013 s.d 2018. Persilangan intra dan interspesifik dilakukan di bangsal persilangan, menggunakan metode biparental. Benih F1 berkabu yang dihasilkan di bijikan dan dikecambahkan pada media pasir steril yang ditempatkan dalam plot-plot perkecambahan. Pengamatan viabilitas, berdasarkan persentase daya tumbuh benih, dilakukan dengan menghitung jumlah benih yang tumbuh dibandingkan dengan jumlah benih yang ditanam. Hasil penelitian menunjukkan persentase daya tumbuh berkisar antara 0,001% hingga 5,1%. Daya tumbuh tertinggi (5,1%) dihasilkan pada persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* yang dilakukan pada musim persilangan tahun 2017, sedangkan daya tumbuh terendah (0,001%) dihasilkan dari persilangan antara *S. officinarum* x *Erianthus* sp. yang dilakukan pada musim persilangan tahun 2016. Persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* memiliki kisaran daya tumbuh antara 0,003%-5,1%, sedangkan pada persilangan antara *S. officinarum* x *Erianthus* sp. adalah 0,001%-0,3% dan persilangan antar *S. officinarum* antara 0,04%-1,5%. Hasil benih untuk masing-masing persilangan sangat bervariasi, masing-masing adalah 7.2 g-26.5g untuk *S. officinarum* x *S. spontaneum*, 6.7g-20.1g untuk *S. officinarum* x *Erianthus* sp. dan 4.2g-21.2g untuk *S. officinarum* x *S. officinarum*. Pengaruh inkompatibilitas genetik dan lingkungan yang besar terhadap perkecambahan benih tebu diduga yang mempengaruhi keragaan daya tumbuh benih hasil persilangan inter maupun intraspesifik tebu.

Kata kunci : daya tumbuh, F1, persilangan intraspesifik, tebu, persilangan intraspesifik

Abstract. Conventional breeding is still considered as the best method to develop superior varieties of sugarcane. Information on seed yield and seed viability of F1 generation is important, especially in the selection process. The aim of this study was to assess seed yield and seed viability of sugarcane inter and intraspecific crosses across several seasons. The research was conducted at ISFRI Karangploso Experimental station, Malang, from 2013 crossing season to 2018 crossing season. Intra and interspecific hybridization were done in the Crossing Chamber, using *biparental* method. The resulting fuzzy seeds produced were then seeded and sown in media, in the form of sterile sand, placed in the germination plots. Viability observations were estimated based on seed germination percentage, by manually counting number of seeds germinated, compared to total seed sown. The results showed that the germination percentage ranged between 0,001% to 5,1%. The highest germination rate

(5,1%) was produced in crossing between *officinarum* x *S. spontaneum* which was conducted in 2017 crossing season, while the lowest germination rate (0,001%) was produced from crossing between *S. officinarum* x *Erianthus* sp. conducted in 2016 crossing season. Crossing between *S. officinarum* x *S. spontaneum* had a germination rate between 0.003%-5.1%, while the rate for *S. officinarum* x *Erianthus* sp. was between 0.001%-0.3% and the cross between *S. officinarum* x *S. officinarum* was between 0.044% -1.5%. The seed yield produced for each crossing varied significantly, ie. from 7,2g to 26,5g for *S. officinarum* x *S. spontaneum*, (6,7g-20,1g) for *S. officinarum* x *Erianthus* sp. and (4.2g-21,2 g) for *S. officinarum* x *S. officinarum*. Genetic incompatibility and environmental factors are thought to affect the performance of seed germination percentage of inter and intraspecific crossing of sugarcane.

Keywords: seed yield, seed viability, inter and intraspecific crossing, sugar cane

1. Pendahuluan

Persilangan secara konvensional masih merupakan cara terbaik hingga saat ini dalam perakitan varietas unggul tebu. Persilangan dilakukan untuk memperbaiki satu atau beberapa sifat dengan memasukkan sumber gen unggul baik dari varietas yang sudah ada, kerabat liar (*S. Spontaneum*, *Erianthus* sp., *Mischantus* sp., dll) maupun klon-klon hibrida (persilangan dalam maupun antar varietas) (Fukuhara et al., 2013; Kumar, et al., 2016). Salah satu perbaikan sifat tersebut adalah ketahanan terhadap serangan penyakit seperti penyakit luka api yang disebabkan oleh jamur *Ustilago scitaminea* Sydow (Croft et al., 2008; Co et al., 2008). Menurut Barbosa et al., 2012 in Costa et al., (2014), perbaikan sifat tanaman memberikan sumbangan 50% terhadap perbaikan produktivitas tanaman. Selain untuk memperbaiki sifat, persilangan tebu dengan kerabat liarnya juga dilakukan untuk memperluas dasar genetik koleksi plasma nutfah (Burner & Legendre, 1993 in Heinz and Tew (1987). Akan tetapi jika dibandingkan dengan tanaman lain, persilangan tebu lebih sulit untuk dilakukan. Lingkungan adalah salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan persilangan tebu. Menurut Hogarth, 1976 in Heinz and Tew (1987) secara keseluruhan kurang dari satu varietas tebu yang dilepas per tahun dengan laju peningkatan hasil <1%, sedangkan menurut Warner (1953) in Budhisantosa, 2012) hanya satu genotipe ideal dalam tiga juta semai. Pada tebu, persilangan biasanya dilakukan melalui persilangan biparental atau melalui *polycross* (Wellensiek, 1952 in Heinz and Tew, 1987).

Perbaikan karakter varietas tebu melalui persilangan konvensional baik persilangan interspesifik maupun intraspesifik telah dilakukan oleh pemulia di berbagai negara, termasuk Indonesia. Beberapa perbaikan karakter tebu yang telah dilakukan diantaranya adalah perbaikan karakter yang berkaitan dengan produksi tebu, rendemen serta hasil hablur, disamping juga karakter ketahanan terhadap kekeringan (Abdurrahman et al., 2018; Heliyanto et al., 2016a, 2016b; Herwati and Supriyono, 2017; Herwati and Abdurrahman, 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persilangan yang telah dilakukan telah mampu meningkatkan produksi hablur 21%-156% lebih tinggi dibandingkan varietas pembanding (PS 864 dan Kenthung) yaitu MLG 1308 untuk pengembangan tebu di lahan kering (Abdurrahman et al., 2018).

Akan tetapi jika dibandingkan dengan tanaman lain, persilangan tebu lebih sulit untuk dilakukan. Disamping inkompatibilitas genetik, lingkungan adalah salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan persilangan tebu. Menurut Hogarth (1976) in Heinz and Tew (1987) secara keseluruhan kurang dari satu varietas tebu yang dilepas per tahun dengan laju peningkatan hasil <1%, sedangkan menurut Warner (1953) in Budhisantosa (2012) hanya satu genotipe ideal dalam tiga juta semai. Pada tebu, persilangan biasanya dilakukan melalui persilangan biparental atau melalui *polycross* (Wellensiek, 1952 in Heinz and Tew, 1987).

Biji tebu selama ini hanya digunakan dalam proses seleksi untuk mendapatkan klon unggul hasil persilangan dan tidak untuk budi daya secara komersial karena sifat heterozigositas tetua yang

memicu tingginya tingkat heterogenitas diantara keturunannya (Ram et al., 2015). Hasil biji tebu berkabu hasil persilangan dikenal sebagai *fuzzy seeds*. *Fuzz* adalah individual *floret* (bunga) termasuk didalamnya biji dan bagian-bagian bunga lainnya yang digunakan oleh pemulia tebu untuk mengetahui set benih yang dihasilkan dari hasil persilangan dengan menghitung jumlah kecambah yang tumbuh (Rae et al., 2014). Mengetahui viabilitas (daya tumbuh benih) hasil persilangan adalah hal yang penting untuk dilakukan. Daya tumbuh yang tinggi akan meningkatkan keberhasilan daya hidup tanaman hingga fase selanjutnya, sehingga proses seleksi dapat berjalan dengan baik. Uji daya tumbuh efektif dilakukan untuk mengetahui jumlah biji bernas yang dihasilkan selama periode persilangan dan dapat digunakan sebagai indikasi menduga jumlah benih yang diharapkan berkecambah sehingga dapat mengestimasi kebutuhan benih yang harus dikecambahkan untuk menghasilkan benih bernas selama proses seleksi (Brunkhorst et al., 2000). Lebih lanjut Brunkhorst et al., (2000) menjelaskan bahwa penelitian yang dilakukan di *South African Sugar Association Experiment Station, Mount Edgecombe, South Africa* memperlihatkan bahwa dibutuhkan ± 250.000 tanaman yang disetarakan dengan 250.000 biji tebu dengan estimasi daya tumbuh benih 100% untuk memenuhi kebutuhan jumlah tanaman terseleksi (± 37.000) dalam setiap siklus dan tahapan seleksi. Oleh karena itu informasi keragaan daya tumbuh benih hasil persilangan menjadi hal yang penting untuk diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaan hasil dan viabilitas (daya tumbuh) benih hasil persilangan sebagai informasi awal keberhasilan persilangan tebu.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Karangploso, Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang, dari tahun 2013 s.d 2018. Persilangan intra dan interspesifik tebu dilakukan di bangsal persilangan. Metode persilangan secara detail dapat dilihat pada (Heliyanto et al., 2016b). Benih *true seed* F1 (berkabu) hasil persilangan inter dan intraspesifik yang dihasilkan, dibijikan terlebih dahulu sebelum dikecambahkan. Perkecambahan dilakukan pada bulan Juli-September pada setiap tahun dilakukannya persilangan. Perkecambahan dilakukan dengan menggunakan media pasir steril yang ditempatkan dalam plot-plot perkecambahan. Biji disebar secara merata pada plot-plot perkecambahan kemudian ditutup dengan mulsa hitam perak untuk menjaga kelembapan dan suhu selama perkecambahan hingga berumur empat minggu. Selanjutnya setiap individu biji yang telah tumbuh dipindahkan ke *polybag* dengan media tanam berupa tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1 selama 6 minggu sebelum dipindahkan ke lahan.

Pengamatan daya tumbuh dilakukan dengan menghitung secara manual biji yang tumbuh hingga siap dipindahkan ke lapang. Selama masa perkecambahan dilakukan penyiraman untuk mencegah kekeringan dan penyemprotan pestisida bila terdapat serangan dari organisme pengganggu tanaman (OPT). Sebelum ditanam, benih hasil persilangan dikering-anginkan dalam kantong-kantong persilangan terpisah berdasarkan kombinasi tetua persilangan untuk memudahkan proses pembijian yaitu memisahkan biji dari malai. Proses pengeringan, pembijian, penyiapan media dan penanaman disajikan pada Gambar 1.

Persentase daya tumbuh benih dihitung dengan menghitung jumlah benih yang tumbuh dibandingkan jumlah seluruh benih dikalikan 100% menggunakan *software* Microsoft Excel 2007 seperti dalam rumus:

$$\text{Daya tumbuh (\%)} = \frac{\text{jumlah benih yang tumbuh}}{\text{jumlah seluruh benih yang ditanam}} \times 100$$

Keterangan:

Jumlah seluruh benih = jumlah benih dihasilkan (gram) \times jumlah biji per gram

Jumlah biji per gram untuk persilangan yang dilakukan pada tahun 2013 dan tahun 2014 menggunakan data hasil penghitungan jumlah benih yaitu 3098.3 (2013) dan 3139.8 (2014) untuk persilangan *S. officinarum* × *S. spontaneum*; 3382.4 (2013) dan 3297.8 (2014) untuk persilangan *S. officinarum* × *Erianthus* sp. dan 3399 (2013) dan 4087.7 (2014) untuk persilangan *S. officinarum* × *S. officinarum*, sedangkan jumlah biji per gram untuk persilangan yang dilakukan pada musim persilangan tahun 2015 s.d. 2018 menggunakan rerata jumlah benih per gram tahun 2013 + rerata jumlah benih per gram tahun 2014)/2 untuk masing-masing jenis persilangan yaitu 3593 untuk persilangan antara *S. officinarum* × *S. spontaneum*, 3261.1 untuk persilangan antara *S. officinarum* × *Erianthus* sp. dan 3348.4 untuk persilangan antara *S. officinarum* × antara *S. officinarum* karena tidak dilakukan pengamatan jumlah biji per gram.



Gambar 1. Proses pengeringan, pembijian, penyiapan media dan penanaman benih tebu

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa daya tumbuh biji antara 0,05% hingga 2,7% pada persilangan yang dilakukan musim 2013 s.d. 2014. Daya tumbuh tertinggi (2,7%) terdapat pada hasil persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* yang dilakukan pada musim 2013, sedangkan daya tumbuh terendah (0,1%) terdapat pada hasil persilangan antara *S. officinarum* x *Erianthus* sp. yang dilakukan pada musim 2014 (Tabel 1). Tampak juga dalam Tabel 1 bahwa rerata daya tumbuh biji hasil persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* lebih tinggi daripada daya tumbuh hasil persilangan antar *S. officinarum* maupun antara *S. officinarum* x *Erianthus* sp.

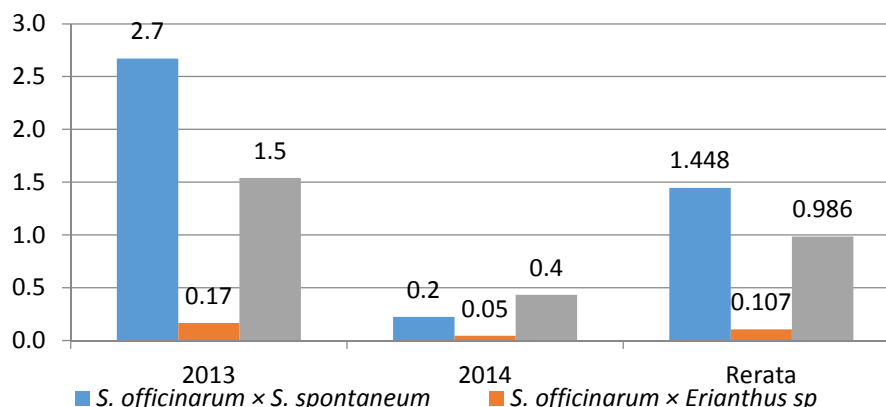
Hasil persilangan musim 2015 s.d. 2018, dengan menggunakan asumsi standar jumlah biji per gram dari hasil persilangan tahun sebelumnya, yaitu hasil persilangan musim 2013 dan 2014, menunjukkan bahwa daya tumbuh biji tertinggi terdapat pada persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* yang dilakukan pada musim 2017 dan yang terendah terdapat pada persilangan *S. officinarum* x *Erianthus* sp. yang dilakukan pada musim 2016 (Tabel 2). Daya tumbuh benih hasil persilangan tahun 2015-2018 berada pada kisaran 0,001%-5,1% dengan rerata dari ketiga jenis persilangan tersebut adalah 0,9%. Konsisten dengan hasil persilangan musim 2012-2013, persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* dan antar *S. officinarum* juga menunjukkan persentase daya berkecambah yang lebih tinggi dibandingkan hasil persilangan *S. officinarum* x *Erianthus* sp.

Tabel 1. Tahun persilangan, jumlah kombinasi persilangan yang dilakukan, berat benih yang dihasilkan (g), berat biji yang ditanam (g), jumlah biji per gram, total jumlah biji, jumlah biji yang tumbuh dan daya tumbuh (%)

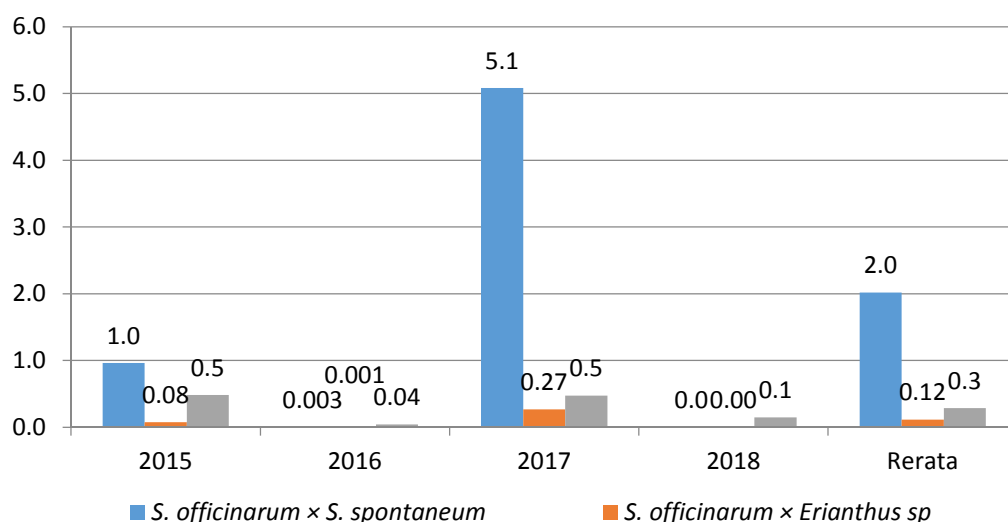
Tahun Persilangan	Jumlah Kombinasi Persilangan Yang Dilakukan	Berat Benih yang Dihasilkan (g)	Berat Benih yang Ditanam	Jumlah Biji per gram	Total Jumlah Biji	Jumlah yang tumbuh	Daya kecambah (%)
<i>S. officinarum</i> × <i>S. spontaneum</i>							
2013	12	9.6	8.6	3098.3	26594.0	710.7	2.7
2014	3	26.5	26.5	3139.8	83130.2	185.7	0.2
Rerata	7.5	18.1	17.5	3119.1	54862.1	448.2	1.5
<i>S. officinarum</i> × <i>Erianthus</i> sp							
2013	6	7.1	7.1	3382.4	24015.0	40.4	0.2
2014	3	20.1	20.1	3297.8	66193.0	30	0.1
Rerata	4.5	13.6	13.6	3340.1	45104.0	35.2	0.1
<i>S. officinarum</i> × <i>S. officinarum</i>							
2013	9	4.2	1.9	3399	6344.8	97.7	1.5
2014	6	21.2	18.9	4087.7	77203.8	334.2	0.4
Rerata	7.5	12.7	10.4	3743.3	41774.3	215.9	1.0

Tabel 2. Tahun persilangan, jumlah kombinasi persilangan yang dilakukan, berat benih yang dihasilkan (g), berat biji yang ditanam (g), jumlah biji per gram, total jumlah biji, jumlah biji yang tumbuh dan daya tumbuh (%)

Tahun Persilangan	Jumlah Kombinasi Persilangan Yang Dilakukan	Berat Benih yang Dihasilkan (g)	Berat Benih yang Ditanam	Jumlah Biji per gram	Total Jumlah Biji	Jumlah yang tumbuh	Daya kecambah (%)
<i>S. officinarum</i> × <i>S. spontaneum</i>							
2015	2	17.5	17.5	3593	62913.4	606	1.0
2016	1	9.4	9.4	3593	33795.8	1	0.003
2017	6	7.2	7.2	3593	25878.7	1315	5.1
Rerata	3	11.4	11.4	3593	40862.7	640.7	2.0
<i>S. officinarum</i> × <i>Erianthus</i> sp							
2015	12	10.1	10.1	3261.1	33035.1	25	0.1
2016	9	6.7	6.7	3261.1	21993.0	0.2	0.001
2017	15	9.0	9.0	3261.1	29366.1	107	0.3
Rerata	12	8.6	8.6	3261.1	28131.4	44.074	0.1
<i>S. officinarum</i> × <i>S. officinarum</i>							
2015	89	12.5	12.5	3348.4	41748.4	186.5	0.5
2016	16	7.4	7.4	3348.4	24749.2	12.9	0.04
2017	124	7.2	7.2	3348.4	24206.0	121.6	0.50
2018	53	11.4	11.4	3348.4	38223.2	41.2	0.1
Rerata	70.5	9.6	9.6	3348.4	32231.7	90.5	0.3



Gambar 1. Persentase daya tumbuh benih tebu hasil persilangan inter dan intraspesifik tahun 2013-2018

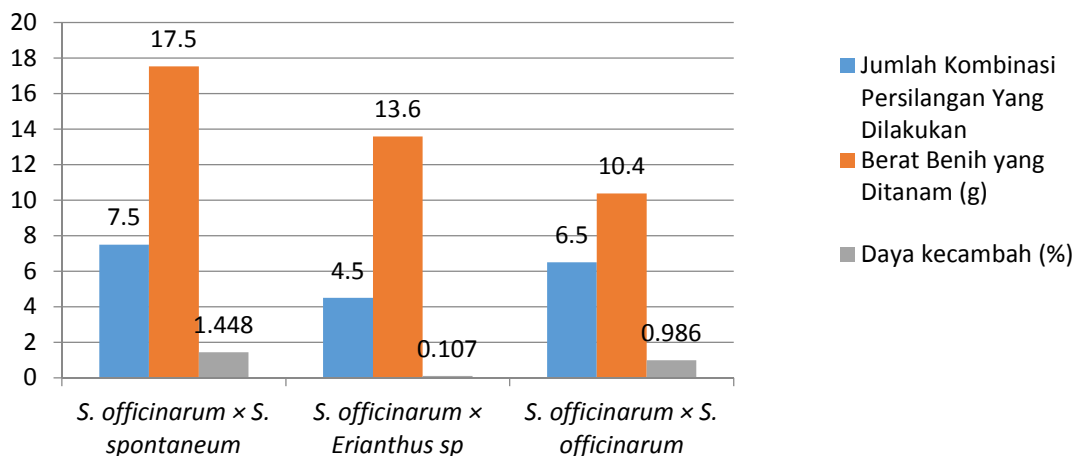


Gambar 2. Persentase daya tumbuh benih tebu hasil persilangan inter dan intraspesifik tahun 2015-2018

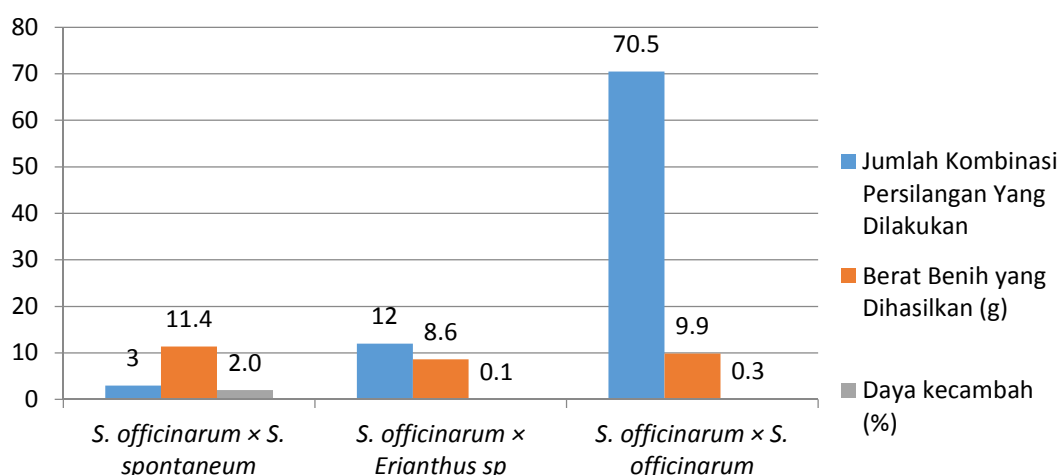
Bila dikaji, jumlah kombinasi persilangan dan persentase daya kecambah antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* dan persilangan antar *S. officinarum* yang dilakukan pada musim 2013-2014 tidak jauh berbeda, tetapi terdapat perbedaan pada berat benih yang ditanam (Gambar 3). Pada persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* memiliki berat benih yang dihasilkan lebih tinggi daripada persilangan antar *S. officinarum* tetapi memiliki daya kecambah yang tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa biji yang dihasilkan pada persilangan antar *S. officinarum* lebih banyak menghasilkan biji-biji yang bernas. Hal yang sama juga terdapat pada persilangan antara *S. officinarum* x *Erianthus* sp., meskipun jumlah benih ditanam yang sedikit lebih tinggi dari persilangan antar *S. officinarum* dan lebih rendah dari persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* tetapi memiliki memiliki rerata persentase daya tumbuh yang lebih rendah daripada kedua persilangan tersebut. Adanya inkompatibilitas akibat jarak genetik diantara *Saccharum* sp. dan *Erianthus* sp. menghasilkan biji yang tidak bernas diduga sebagai faktor penyebab rendahnya persentase daya kecambah biji yang dihasilkan.

Hasil yang berbeda terdapat pada persilangan musim 2015-2018 (Gambar 4). Tampak bahwa meskipun pada persilangan antar *S. officinarum* memiliki jumlah kombinasi persilangan yang jauh lebih banyak tetapi menghasilkan berat benih dan persentase daya kecambah yang tidak jauh berbeda dengan persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* maupun persilangan antara *S.*

officinarum x *Erianthus* sp. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pengaruh lingkungan, terutama curah hujan yang tinggi (khususnya pada musim persilangan tahun 2016, Gambar 3).



Gambar 3. Rerata jumlah kombinasi persilangan, rerata jumlah kombinasi persilangan yang menghasilkan benih berkecambah, persentase rerata jumlah kombinasi persilangan yang menghasilkan benih berkecambah dan persentase daya tumbuh benih tahun 2013-2014



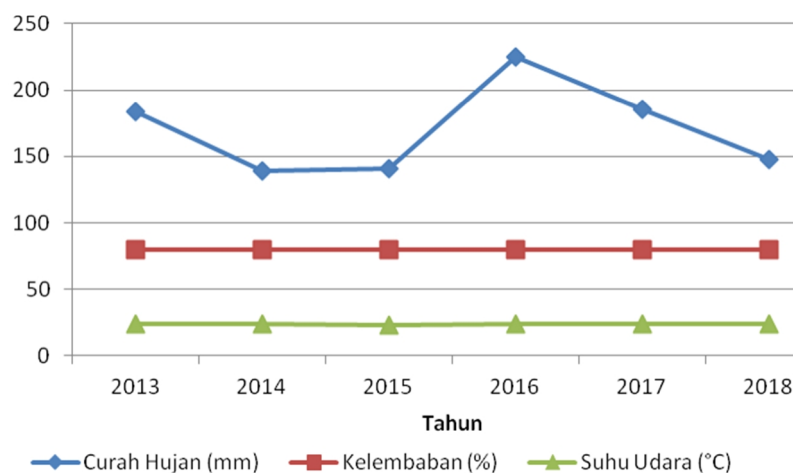
Gambar 4. Rerata jumlah kombinasi persilangan, rerata jumlah kombinasi persilangan yang menghasilkan benih berkecambah, persentase rerata jumlah kombinasi persilangan yang menghasilkan benih berkecambah dan persentase daya tumbuh benih tahun 2015-2018

Secara menyeluruh, hasil penelitian kami menunjukkan bahwa terdapat keragaan daya tumbuh benih tebu hasil persilangan inter maupun intraspesifik tebu. Keragaan daya tumbuh juga terdapat antar tahun di dalam setiap jenis persilangan. Selain itu juga terindikasi bahwa persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* memiliki daya kecambah yang tidak jauh berbeda dengan persilangan antar *S. officinarum* tetapi berbeda jauh dengan persilangan antara *S. officinarum* x *Erianthus* sp. Pengaruh lingkungan saat musim persilangan diduga sebagai faktor utama yang mempengaruhi daya tumbuh benih tebu yang dihasilkan.

Biji tebu selama ini digunakan dalam proses pemuliaan untuk menyeleksi klon superior (Ram et al., 2015) sehingga viabilitas/daya tumbuh benih memiliki peran yang sangat penting (Kwon-Ndung and Imolehin, 2008; Brunkhorst et.al 2000; Caieiro et al., 2010). Daya tumbuh benih dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal yang berasal dari dalam benih sendiri dan faktor

eksternal seperti kondisi lingkungan saat perkecambahan (Breaux and Miller, 1987). Viabilitas benih adalah salah satu faktor internal yang mempengaruhi kemampuan benih untuk berkecambah. Benih dengan viabilitas yang tinggi akan menghasilkan daya tumbuh yang tinggi. Benih dengan viabilitas yang tinggi dihasilkan melalui proses yang panjang, dimulai dari proses persilangan hingga panen dan pasca panen.

Persilangan pada tebu tidak selalu mudah dilakukan, selain karena faktor internal seperti tidak seragamnya waktu pembungaan, morfologi bunga tebu yang sangat kecil juga terkendala oleh faktor lingkungan khususnya dalam menginduksi pembentukan bunga (Stevenson, 1965; Heinz and Tew, 1987; Moore and Berding, 2014). Curah hujan, kelembapan relatif dan temperatur adalah beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi persilangan tebu khususnya pada saat induksi pembungaan (Glassop et al., 2014; Caraballosa et al., 2012).



Gambar 3. Data curah hujan (mm), kelembapan udara (%) dan temperatur udara (°C) tahun 2013-2018, BMKG Karangploso-Malang

Gambar 3 adalah data iklim pada saat dilakukan persilangan dan perkecambahan biji tebu hasil persilangan. Tampak bahwa temperatur dan kelembapan relatif stabil mulai tahun 2013-2018 dan sesuai bagi inisiasi pembungaan pada tebu, sedangkan curah hujan berfluktuasi. Temperatur yang sesuai untuk inisiasi pembungaan tebu adalah 18 °C-31 °C dengan curah hujan rerata 276.7 mm dan kelembapan 80% (Shanmugavadivu and Rao, 2009). Pada tahun 2016, meskipun memiliki suhu udara dan kelembapan relatif yang tidak berbeda dengan tahun-tahun yang lainnya, akan tetapi memiliki curah hujan yang tinggi sehingga diduga hal ini menjadi penyebab rendahnya jumlah persilangan yang dilakukan, benih yang dihasilkan dan rendahnya daya tumbuh benih.

Selain itu pada persilangan tebu, terdapat dua faktor yang mempengaruhi keberhasilan persilangan yaitu pemilihan tetua dan penentuan pasangan tetua yang dikenal dengan istilah *proven cross* dan *proven parents* dengan mendasarkan penilaian penampilan hibrida pada tahap awal seleksi (Sukarso, 1986 in Budhisantosa, 2012). Hasil pengamatan daya tumbuh menunjukkan bahwa persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* memiliki daya tumbuh yang tidak jauh berbeda dengan persilangan antar *S. officinarum*. Secara teoritis dan penelitian yang telah banyak dilakukan bahwa persilangan antar *S. officinarum* lebih berhasil daripada persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum*. Hal ini diduga karena adanya kesamaan genetik diantara *S. officinarum*. Pada penelitian ini juga memiliki hasil yang tidak jauh berbeda. *S. spontaneum* adalah salah satu tetua (nenek moyang) *S. officinarum* sehingga memiliki kesamaan genetik dan meningkatkan kompatibilitas dalam persilangan (Stevenson, 1965; Pan et

al., 2003; Hapsoro et al., 2015; Chen et al., 2017). Sedangkan rendahnya daya tumbuh hasil persilangan antara *S. officinarum* x *Erianthus* sp. diduga karena adanya jarak genetik yang jauh diantara kedua tetua. Jarak genetik yang jauh merupakan faktor pembatas yang mempengaruhi keberhasilan persilangan antara *Erianthus* sp. dengan *Saccharum* spp. (Gao et al., 2015; Govindaraj et al., 2012). Meskipun demikian, penting untuk dilakukan analisis lanjutan untuk lebih memastikan bahwa benih yang berkecambah benar merupakan hasil persilangan dan bukan merupakan hasil persilangan sendiri atau bukan hasil persilangan dengan sumber tepung sari bukan berasal dari jantan yang dimaksud (tipe liar).

Pemilihan media tanam untuk mengecambahkan benih tebu memiliki peran yang penting untuk menjamin benih dapat tumbuh dengan optimal mulai dari perkecambahan hingga tanam di lapang dan panen. Pemilihan media penting untuk menjamin bahwa benih hasil persilangan dapat tumbuh dengan baik sehingga akan memberikan peluang yang lebih besar selama proses seleksi hingga menghasilkan varietas unggul. Media tanam yang sesuai akan menumbuhkan banyak biji dan menekan kehilangan sumber daya genetik potensial. Semakin banyak benih yang tumbuh, semakin memudahkan proses seleksi dan semakin meningkatkan peluang terpilihnya genotipe unggul dan memperkecil peluang kehilangan materi genetik.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kwon-Ndung and Imolehin (2008) menunjukkan bahwa penggunaan vermikulit murni tanpa campuran memberikan hasil perkecambahan terbaik, sedangkan yang memberikan hasil perkecambahan terendah adalah penggunaan kompos kotoran sapi murni. Penggunaan media kotoran sapi jika dicampur dengan *top soil* juga memberikan hasil perkecambahan yang baik, sama seperti penggunaan campuran vermikulit dengan *top soil* yang steril.

Hasil penelitian yang berbeda dilaporkan oleh Caieiro et al., (2010) yang menyatakan bahwa tidak terdapat beda nyata antara penggunaan media tumbuh pasir atau kertas saring dalam mengecambahkan benih tebu. Dalam penelitian yang sama juga dilaporkan bahwa suhu berpengaruh nyata terhadap perkecambahan tebu dan suhu optimum untuk perkecambahan tebu adalah *alternating temperatures* 20°C-30°C (8 jam penyinaran dengan suhu 30°C dan 16 jam dalam keadaan gelap dengan suhu 20°C). Sedangkan menurut Berding (1976) in Kwon-Ndung and Imolehin (2008) merekomendasikan media tanam yang baik untuk perkecambahan benih tebu agar dapat tumbuh dan bertahan hidup adalah media tanah dengan drainase yang baik serta suhu 38-40°C minimal selama lima hari.

Selain media tanam dan temperatur, kerapatan biji (jumlah biji per unit area) dan umur pada saat transplanting adalah faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan perkecambahan biji tebu. Rao and Rao (1970) melaporkan bahwa perkecambahan terbaik dicapai pada jumlah biji 1 gram per 0.1 meter persegi area dengan umur transplanting 10 minggu dibandingkan dengan 1, 3 dan 5 gram per meter persegi area dengan umur transplanting antara 38-71 hari (5-10 minggu). Pada penelitian ini, meskipun dilakukan penimbangan biji yang dihasilkan, akan tetapi penimbangan dilakukan secara umum dan tidak per plot perkecambahan sehingga setiap plot memiliki kerapatan biji yang berbeda dan ketidakpastian berat biji yang dikecambahkan sehingga diduga hal ini menjadi penyebab rendahnya daya tumbuh biji tebu.

Lebih lanjut, untuk pelaksanaan perakitan tebu tahan hama dan penyakit utama yang lebih efisien, Co et al., (2008) menyarankan bahwa *screening* terhadap ketahanan terhadap penyakit luka api dapat dilakukan pada tahap awal kegiatan perakitan varietas, dengan menggunakan biji tebu. Biji tebu yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah biji hasil persilangan antara tetua resisten dengan tetua rentan. Biji kemudian dikecambahkan dan dilakukan inokulasi spora jamur *Ustilago scitaminea* Sydow.

4. Kesimpulan

Terdapat keragaman hasil dan daya tumbuh biji tebu hasil persilangan inter maupun intraspesifik pada beberapa musim persilangan. Rerata daya tumbuh biji hasil persilangan *S. officinarum* x *S. spontaneum* adalah 0,003%-5,1%, 0,001%-0,27% pada *S. officinarum* x *Erianthus* sp. dan 0,04%-1,5% pada persilangan antar *S. officinarum*. Rerata hasil benih untuk masing-masing persilangan adalah 7.2-26.5 gr (*S. officinarum* x *S. spontaneum*), 6.7-20.1 gr (*S. officinarum* x *Erianthus* sp.) dan 4.2-21.2 gr (*S. officinarum* x *S. officinarum*). Persilangan antara *S. officinarum* x *S. spontaneum* dan diantara *S. officinarum* lebih banyak menghasilkan benih bernas dan daya kecambah yang lebih baik daripada persilangan antara *S. officinarum* x *Erianthus* sp. Pengaruh lingkungan diduga sebagai faktor yang mempengaruhi daya tumbuh biji tebu hasil persilangan.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Djumali, MP yang telah memberikan saran dan masukan dalam proses analisis data. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Kepala Kebun KP Karangploso Bapak Heri Istiana, SP., Teknisi KP Karangploso Bapak M. Sohri, SP., dan seluruh pegawai di KP Karangploso yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian di lapang.

6. Daftar Pustaka

- Abdurrahman, Heliyanto, B., Djumali, Damanhuri, Ardiarini, N., 2018. Daya Hasil Genotipe Harapan Tebu di Lahan Kering. *Bul. Tanam. Tembakau, Serat Miny. Ind.* 10, 32–38. <https://doi.org/10.21082/btsm.v10n1.2018>
- Breaux, R., Miller, J., 1987. Seed Handling, Germination and Seedling Propagation, in: Heinz, D. (Ed.), *Sugarcane Improvement through Breeding. Developments in Crop Science II.* Elsevier, Amsterdam, pp. 385–407.
- Brunkhorst, M.J., Coetzee, N., Nuss, K., 2000. Efficiency of the Germination Test for Predicting Sugarcane Seedling Numbers at Mount Edgecombe, in: *Proc S Afr Sug Technol Ass.* pp. 234–237.
- Budhisantosa, H., 2012. Efisiensi Pemilihan Tetua dan Kombinasi Persilangan pada Pemuliaan Tanaman Tebu: Pendekatan Simulasi. Universitas Gadjah Mada.
- Caieiro, A.J., Panobianco, M., Filho, J.C., De Castro Ohlson, O., 2010. Physical Purity and Germination of Sugarcane Seeds (Caryopses) (*Saccharum* spp.). *Rev. Bras. Sementes* 32, 140–145.
- Caraballosa, V., Jorge, H., Garcia, H., Gonzalez, A., Bernal, N., Cespedes, A., Rodriguez, R., Puchades, Y., Arencibia, A., 2012. Management of Flowering Ability to Increase Efficiency in the Sugarcane Breeding Program. *Sugar Tech* 14, 47–52.
- Chen, S., Shen, W., Xu, G., Wu, X., Deng, Q., Dou, Z., 2017. Assessment of Genetic Relationship and Diversity among Chinese Sugarcane Parental Clones using Scot and ISSR Markers. *Int. J. Agric. Biol.* 19, 291–298.
- Co, O., Ngugi, K., Nzioki, H., Githiri, S., 2008. Evaluation of *Smut* Inoculation Techniques in Sugarcane Seedlings. *Sugar Tech* 10, 341–345.
- Costa, P.M.A., Almeida, C.F., Silveira, G., Soares, B., Baffa, D.C., Peternelli, L., Bhering, L., Barbosa, M.P., 2014. Selfing Confirmation in Sugarcane by Using Simple Sequence Repeat Markers: an Individual Reciprocal Recurrent Selection Scheme. *Genet. Mol. Res.* 13, 8962–8970.
- Croft, J., Magarey, R., Allsopp, P., Cox, M., Willcox, T., Milford, B., Wallis, E., 2008. Sugarcane *Smut* in Queensland: Arrival and Emergency Response. *Australas. Plant Pathol.* 37, 26–34.
- Fukuhara, S.Y.S., Terajima, Irei, T., Sakaigaichi, K., Ujihara, A., Sugimoto, M., Matsuoka, 2013. Identification and Characterization of Intergeneric Hybrid of Commercial Sugarcane (*Saccharum* spp. hybrid) and *Erianthus arundinaceus* (Retz.) Jeswiet. *Euphytica* 189, 321–327.

- Gao, Y., Liu, X., Zhang, R., Zhou, H., Liao, J., Duan, W., Zhang, G., 2015. Verification of Hibrida From Crosses Between Sugarcane (*Saccharum* spp.) and an Intergeneric Hybrid (*Erianthus arundinaceus* × *Saccharum spontaneum*) with Molecular Markers. *Sugar Tech* 17, 31–35.
- Glassop, D., Rae, A., Bonnett, G., 2014. Sugarcane Flowering Genes and Pathway in Relation to Vegetative Regression. *Sugar Tech* 16, 235–240.
- Govindaraj, P., Balamurugan, A., Natarajam, U., 2012. Identification of Intergeneric Hybrid Between *Erianthus arundinaceus* and *Saccharum spontaneum* through STMS Markers. *Int. Sugar J.* 114, 350–356.
- Hapsoro, D., Warganegara, H., Utomo, S., Sriyani, N., Yusnita, 2015. Genetic Diversity among Sugarcane (*Saccharum officinarum* L) Genotypes as Shown by Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD). *Agrivita* 37, 47–257.
- Heinz, D.J., Tew, T., 1987. Hybridisation Procedure, in: Heinz, D. (Ed.), *Sugarcane Improvement Through Breeding*. Elsevier, Amsterdam, pp. 313–340.
- Heliyanto, B., Djumali, Sugiyarta, E., 2016a. Status of the Development of High-yielding Sugarcane Varieties for Rainfed Areas in Indonesia, in: XXIX ISSCT Congress Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists, Chiang Mai, Thailand, pp. 1674–1676.
- Heliyanto, B., Sugiyarta, E., Abdurakhman, 2016b. Pemuliaan Tanaman Tebu, in: Subiyakto, Sulistyowati, E., Heliyanto, Bambang, Purwati, R.D., Yulianti, T., Djumali, Fatah, G.S.A. (Eds.), *Bunga Rampai Tebi: Peningkatan Produktivitas Tebu Untuk Mempercepat Swasembada Gula*. IAARD Press, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta, pp. 5–28.
- Herwati, A., Abdurrahman, 2016. Seleksi Tahap Pertama Hasil Persilangan Tebu (*Saccharum*) Dengan Kerabat Liar Untuk Produktivitas Dan Nilai Brix Tinggi, in: *Prosiding Konser Karya Ilmiah*. Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, pp. 9–16.
- Herwati, A., Supriyono, 2017. The Result of a Two-Stages Cross Intra and Interspecific Selection of Sugarcane Crop Potential Clones. *Biotika* 3, 23–28.
- Kumar, U., Priyanka, Kumar, S., 2016. No Genetic Improvement of sugarcane through conventional and molecular approaches. Title, in: Rajpal, V.R., Rao, S., Rainan, S. (Eds.), *Molecular Breeding for Sustainable Crop Improvement, Sustainable Development and Biodiversity 11*. Springer International Publishing. Switzerland, Switzerland, pp. 325–342.
- Kwon-Ndung, E., Imolehin, E., 2008. Evaluation of Sugarcane Seedlings from Biparental Crosses using Different Growth Substrates. *Sugar Tech* 10, 341–345.
- Moore, P., Berding, N., 2014. Flowering, in: Moore, P.H., Botha, F. (Eds.), *Sugarcane: Physiology, Biochemistry and Functional Biology*. John Wiley & Sons, UK, pp. 379–434.
- Pan, Y., Cordeiro, G., Richard Jr, E., Henry, R., 2003. Molecular Genotyping of Sugarcane Clones with Microsatellite DNA Marker. *Maydica* 48, 339–329.
- Rae, A., Martinelli, A., Dornelas, M., 2014. Anatomy and Morphology, in: Botha, P.H.M. and F.C. (Ed.), *Sugarcane: Physiology, Biochemistry, and Functional Biology*. John Wiley & Sons, Inc, Oxford, UK, pp. 19–34.
- Ram, B., Hemaprabha, G., Premachandran, M., 2015. Sugarcane Cultivation Through True Seed. *Sugarcane Breed. Inst. Coimbatore News* 1–8.
- Rao, K.K., Rao, J., 1970. Seed Handling, Germination and Seedling Propagation. Heinz, DJ (Ed) In: *Sugarcane Improvement through Breeding*. *Indian J. Agric. Sci.* 40, 733–736.
- Shanmugavadivu, R., Rao, P., 2009. A Comparison of Flowering Behavior of Sugarcane Clones in Two Different Locations. *Sugar Tech* 11.
- Stevenson, G., 1965. *Genetics and Breeding of Sugarcane*. Longmans, Green, London.

Seleksi Mutan Somaklon Tebu Potensial terhadap Keracunan Aluminium

Selection of Sugarcane Mutant Somaclones Potential for Aluminium Tolerance

**Ragapadmi Purnamaningsih¹⁾, Ika, Mariska²⁾, Deden Sukmadjaja¹⁾,
Suci Rahayu¹⁾, dan Fadry Djufry³⁾**

¹⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

²⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

³⁾ Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Email: raga_padmi@yahoo.com

Abstrak. Alih fungsi lahan subur menjadi lahan pemukiman berdampak pada pengurangan areal untuk pertanian, diantaranya tebu. Pemanfaatan lahan marjinal, salah satunya lahan masam, merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan produktivitas tebu nasional. Kendala pengembangan tebu di lahan tersebut adalah tingkat keracunan Al yang tinggi dan pH rendah yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Hingga saat ini ragam genetik tebu yang dapat ditanam di lahan masam masih sangat terbatas. Bioteknologi kultur in vitro dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman yang merupakan syarat utama untuk merakit varietas unggul baru, untuk meningkatkan keragaman genetik tebu digunakan mutagen fisik, sedangkan seleksi terhadap sifat toleransi terhadap aluminium dilakukan pada fase kalus dengan menggunakan $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ yang ditambahkan pada media kultur. Seleksi di lahan masam pada tanaman generasi ketiga (MV3) dilakukan di Lampung. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan iradiasi sinar gama yang diberikan dapat meningkatkan keragaman genetik dari tanaman induk, sehingga diperoleh mutan somaklon yang mempunyai karakter morfologi dan potensi produktivitas yang berbeda. Sepuluh mutan terpilih berdasarkan karakter agronomi dan produktivitas yang dihasilkan.

Kata kunci : tebu, mutasi, lahan masam, rendemen, produktivitas.

Abstract. Indonesian sugar production has decreased due to the decline in national sugarcane production. The use of marginal land, one of which is acidic land, is one solution to increase the productivity of national sugarcane. Constraints on the sugarcane development on this land are high levels of Al poisoning and low pH which can inhibit plant growth. Until now, the genetic variety of sugar cane which can be planted in acidic land is still very limited. In vitro culture biotechnology can be used to improve plant genetic diversity which is the main requirement for assembling new superior varieties. Physical mutagen used to increased genetic variation of sugarcane, whereas selection to Al tolerance character done in callus stage using $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ added to the culture media. Selection in acidic soil of third generation plants (MV3) were carried out in Lampung. The results obtained show that the gamma ray irradiation can improve the genetic diversity of parent plant, so that somaclon mutants obtained have different morphological characteristics and yield potential. 10 MV3 somaclon mutants were selected based on agronomic characters and productivity.

Keywords : sugarcane, mutation, acid soil, rendemen, productivity

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk Indonesia yang sangat pesat berdampak pada kebutuhan gula yang semakin meningkat, di lain pihak kebutuhan gula dalam negeri belum dapat dipenuhi, sehingga pemerintah harus mengimpor dari negara lain.

Peningkatan produksi tebu dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan kering masam yang tersedia cukup luas di Indonesia. Lahan masam mempunyai potensi besar untuk pengembangan pertanian untuk meningkatkan produksi dan mendukung ketahanan pangan nasional. Penyebaran lahan masam cukup luas terutama pada wilayah beriklim basah seperti Sumatera, Kalimantan dan Papua. Lahan masam umumnya memiliki pH rendah ($< 5,5$) yang berkaitan dengan kadar Al tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan basa dapat tukar dan KTK rendah, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni, peka erosi dan miskin elemen biotik (Mulyani, 2006), sehingga kurang sesuai untuk pertumbuhan tanaman (Zulfahmi, 2012). Keracunan Al pada tanaman dapat menghambat pertumbuhan akar dan tajuk. Menurut Marschner (1995) serta Delhaize dan Ryan (1995), pH tanah yang rendah menyebabkan terjadinya toksisitas Al yang menyebabkan penghambatan pemanjangan akar sehingga penyerapan air dan hara berkurang.

Tanaman tebu mempunyai kisaran sensitivitas yang luas terhadap aluminium. Ketersediaan aluminium sebesar 10 mg/l pada varietas *Saccharum spontaneum* sangat menghambat pertumbuhan akar (Landell, 1989 dalam Drummond et al., 2001). Selanjutnya Azeredo (1982 dalam Drummond et al., 2001) juga menyatakan bahwa pada varietas yang peka, ketersediaan aluminium 1.56 mg/l sudah menghambat pertumbuhan akar. Penggunaan varietas tebu yang toleran terhadap toksisitas Al, merupakan pendekatan yang lebih efisien dan ramah lingkungan, namun demikian varietas tebu dengan karakter tersebut masih terbatas.

Keragaman genetik yang tinggi merupakan salah satu faktor utama dalam perbaikan sifat-sifat tanaman. Tebu merupakan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif dengan menggunakan stek, sehingga keragaman genetiknya relatif sempit. Peningkatan keragaman genetik pada tanaman yang berkembang biak secara vegetatif sulit dilakukan secara konvensional (Jain, 2010). Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan varietas unggul adalah melalui induksi mutasi dan seleksi in vitro. Teknik tersebut telah diaplikasikan pada berbagai tanaman untuk mendapatkan varietas unggul baru dengan karakter yang diinginkan. Dalam bidang pemuliaan tanaman, teknik mutasi dapat meningkatkan keragaman genetik tanaman sehingga memungkinkan pemulia melakukan seleksi genotipe tanaman sesuai dengan tujuan pemuliaan yang dikehendaki. Mutasi induksi dapat dilakukan pada tanaman dengan perlakuan bahan mutagen tertentu. Mutagenesis in vitro dikombinasikan dengan seleksi in vitro telah dilakukan pada kalus embriogenik dari kultivar CoC-671 untuk menghasilkan tanaman tebu toleran salinitas (Patade et al., 2008; Chaum et al., 2003).

Beberapa karakteristik yang harus dimiliki dari suatu varietas unggul tebu adalah memiliki potensi hasil atau rendemen gula tinggi, kualitas gilingan baik, tipe kemasakan, tahan terhadap jasad pengganggu tertentu (hama dan penyakit), tahan rebah serta mempunyai sifat-sifat agronomis penting lainnya (Marjayanti, 2008). Penggunaan varietas unggul tersebut akan mempunyai kontribusi sekitar 30–35% terhadap hasil.

2. Metodologi

Kegiatan dilakukan di PG. Bunga Mayang, Lampung, pada lahan dengan pH tanah 4.4, ketersediaan Al^{3+} yang tinggi (5.12 cmol/kg) dan kejenuhan basa 14%. 38 mutan somaklon tersebut telah dihasilkan dari kegiatan penelitian sebelumnya. Populasi sel (kalus) dari PS 862 telah diberi perlakuan iradiasi sinar gama pada dosis 20-30 Gy, selanjutnya dilakukan seleksi in vitro menggunakan $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ untuk menyeleksi kalus yang mempunyai toleransi terhadap Al.

Regenerasi dari kalus tersebut telah menghasilkan populasi mutan somaklon MV1 hingga MV2 yang telah diseleksi di lahan masam di Jasinga, Bogor, sehingga diperoleh 38 mutan somaklon yang mempunyai produktivitas tanaman yang baik di lahan masam.

Bahan tanaman yang digunakan adalah 38 mutan somaklon tebu generasi ketiga (MV3) asal varietas PS 862, sedangkan sebagai tanaman kontrol digunakan PS 862. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan 3 ulangan. Pengolahan tanah dilakukan secara mekanisasi. Jarak PKP dibuat 1.35 m. Pada juringan dibuat lubang tanam sedalam 20 cm lebar 15 cm, jarak antar lubang 30-35 cm. Panjang juring 6 m. Jumlah juring untuk masing-masing galur adalah 3 juring. Lahan pembibitan diupayakan bebas gulma sampai tanaman berumur 3 bulan. Pemupukan dasar dilakukan pada saat sebelum tanam dengan menggunakan pupuk kandang dengan dosis 10 ton/ha. Dosis pupuk untuk tebu adalah Phonska dengan dosis 600 kg/ha yang diberikan satu bulan setelah tanam, sedangkan pemupukan kedua dilakukan pada saat 2 bulan setelah tanam dengan menggunakan ZA 500 kg/ha. Penyiraman atau pengairan tanaman dilakukan sesuai dengan kondisi tanaman dan tanah. Pemeliharaan dilakukan sampai panen. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah batang, diameter batang, dan rendemen. Selain itu juga dilakukan perhitungan untuk mengetahui produktivitas tanaman dan hablur gula. Data dianalisis menggunakan Duncan Multiple Range test.

3. Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, sehingga tanaman yang tidak dapat menyerap unsur hara tidak akan mampu tumbuh dengan baik. Pada umumnya tanaman tidak dapat tumbuh atau berproduksi dengan baik pada tanah dengan pH rendah ($\text{pH} < 4.0$), namun demikian tanaman yang mempunyai mekanisme untuk menetralkan atau menghindari pengaruh Al, akan tumbuh dan berproduksi dengan baik pada lahan dengan pH tanah rendah, antara lain lahan masam. Sebagian besar mutan somaklon dapat tumbuh dengan baik, namun demikian terdapat perbedaan respon pertumbuhan terlihat dari karakter tinggi tanaman, jumlah batang, diameter batang, dan jumlah ruas (Tabel 1).

Tabel 1. Keragaan agronomi dari 38 mutan somaklon tebu MV3, 10 bulan

Mutan somaklon	Tinggi (m)	Jumlah batang/m	Diameter (cm)	Jumlah ruas
MV3 _{Al} -1	2.74 b-i	5.60 kl	37.0 a-c	32.0 ab
MV3 _{Al} -2	2.85 a-f	7.38 gg	35.8 b-e	31.2 a-c
MV3 _{Al} -4	2.93 ab	7.62 d-f	36.6 a-d	30.8 a-d
MV3 _{Al} -5	2.85 a-f	7.5 e-g	33.0 c-h	29.8 b-g
MV3 _{Al} -6	2.91 abc	6.46 ij	32.4 d-h	29.0 c-i
MV3 _{Al} -7	2.92 ab	9.50 a	32.9 c-h	29.6 b-h
MV3 _{Al} -8	2.72 c-i	6.00 jk	27.8 i-l	27.2 g-j
MV3 _{Al} -9	2.89 a-d	7.38 fg	27.2 j-l	31.2 a-c
MV3 _{Al} -10	2.67 f-i	7.38 fg	27.8 i-l	30.4 a-e
MV3 _{Al} -11	2.69 d-i	6.60 hi	30.8 h-k	29.6 b-h
MV3 _{Al} -12	2.75 b-i	8.00 c-e	24.6 l	29.4 b-i
MV3 _{Al} -13	2.88 a-e	8.12 cd	25.8 l	29.2 c-i
MV3 _{Al} -14	2.62 h-j	7.12 fg	28.6 h-l	28.0 e-j

MV3 _{AI} -15	2.80 a-h	6.40 ij	37.2 a-c	29.0 c-i
MV3 _{AI} -16	2.77 a-i	2.82 q	31.2 f-j	32.4 a
MV3 _{AI} -18	2.77 a-i	7.62 d-f	32.4d-h	30.6 a-e
MV3 _{AI} -19	2.62 h-j	8.40 bc	31.6 e-i	30.8 a-d
MV3 _{AI} -21	2.69 e-i	8.40 bc	31.0 f-j	29.0 c-i
MV3 _{AI} -22	2.62 h-j	7.42 fg	31.4 e-j	27.6 g-j
MV3 _{AI} -23	2.67 f-i	7.58 d-f	24.6 l	28.4 d-g
MV3 _{AI} -24	2.67 h-i	7.00 gh	31.4 e-j	27.0 h-j
MV3 _{AI} -25	2.65 g-i	7.50 e-g	31.0 f-j	26.2 j
MV3 _{AI} -26	2.65 g-i	6.10 j-k	32.8 c-h	28.4 d-j
MV3 _{AI} -27	2.69 e-i	5.66 kl	33.0 c-h	27.2 g-j
MV3 _{AI} -29	2.76 a-i	7.38 fg	31.2 f-j	28.6 c-j
MV3 _{AI} -30	2.62 h-j	4.80 no	26.7 kl	29.2 c-i
MV3 _{AI} -31	2.83 a-g	4.80 no	34.3b-g	31.1 a-c
MV3 _{AI} -32	2.95 a	6.4ij	36.8 a-d	29.0 c-i
MV3 _{AI} -33	2.93 ab	1.70 r	37.6 ab	27.0 h-j
MV3 _{AI} -34	2.64 g-i	4.90 no	34.6 b-g	26.8 ij
MV3 _{AI} -35	2.58 ij	3.52 p	40.8 a	27.2 g-j
MV3 _{AI} -36	2.85 a-f	8.80 b	26.0 l	28.8 c-j
MV3 _{AI} -37	2.61 h-j	4.42 o	34.8 b-g	27.8 f-j
MV3 _{AI} -38	2.75 b-i	5.28 lmn	35.6 b-g	29.4 b-i
MV3 _{AI} -39	2.76 a-i	5.40 lm	36.2 b-d	28.0 e-j
MV3 _{AI} -40	2.58 ij	3.74 p	35.8 b-e	29.4 b-i
MV3 _{AI} -41	2.66 f-i	8.00 c-e	37.0 a-c	29.0 c-i
MV3 _{AI} -42	2.45 j	6.00 jk	35.4 b-f	24.0 k
PS 862	2.75 b-i	5.00 mn	33.8 b-g	30.6 a-e

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 1%

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata diantara mutan somaklon dan kontrol terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah batang/m, diameter batang dan jumlah ruas. Mutan somaklon mempunyai tinggi tanaman berkisar antara 2.45–2.95 m, klon MV3_{AI}-32 merupakan klon yang paling tinggi, sedangkan tanaman induk (kontrol) tingginya 2.75 m. Komponen agronomi lainnya yang mempengaruhi produktivitas tanaman adalah jumlah batang dan diameter batang. Jumlah batang/m dari mutan-mutan somaklon berkisar antara 1.7-9.5, dimana MV3_{AI}-7 mempunyai jumlah batang yang paling banyak dibanding klon lainnya, sedangkan jumlah batang/m dari tanaman induk (PS 862) adalah 5. Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 30 klon yang mempunyai jumlah batang/m lebih banyak dibandingkan kontrol. Diameter batang dari mutan somaklon berkisar antara 24.61-40.8 mm, sedangkan tanaman kontrol mempunyai diameter 33.8 mm. Diameter batang terbesar dihasilkan oleh klon MV3_{AI}-35 sedangkan yang paling kecil diperoleh dari klon MV3_{AI}-12 dan MV3_{AI}-23 yaitu 24.61 mm. Klon MV3_{AI}-16 mempunyai ruas yang paling banyak yaitu 32.4ruas yang berbeda nyata dengan mutan somaklon lainnya dan kontrol (PS 862).

Diameter batang merupakan salah satu faktor yang menentukan produktivitas tanaman. Tanaman tebu yang mempunyai diameter batang 25-30 mm dimasukkan ke dalam diameter sedang. Hampir

semua klon yang diuji mempunyai batang diatas 25 mm, bahkan ada 13 klon yang mempunyai diameter batang lebih dari 30 mm (Tabel 1 dan Gambar 1). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan iradiasi sinar gama yang diberikan dapat meningkatkan keragaman genetik dari mutan somaklon, sehingga terlihat adanya keragaman dalam respon pertumbuhan dari masing-masing mutan dibandingkan dengan tanaman induk.



Gambar 1. Pertumbuhan mutan somaklon MV3 lahan masam, umur 4 bulan

Tabel 2. Rendemen, produktivitas dan hablur gula dari 38 mutan somaklon tebu MV3, 12 bulan

Mutan somaklon	Rendemen (%)	Produktivitas (ton/ha)	Hablur (ton/ha)
MV3 _{AI} -1	7.56 bb	120.3 n	9.1 t
MV3 _{AI} -2	8.9 f	85.4 t	7.6 z
MV3 _{AI} -4	8.44 k	102.2 q	8.6 v
MV3 _{AI} -5	8.00 s	168.6 d	13.5 c
MV3 _{AI} -6	9.05 e	100.1 r	9.1 t
MV3 _{AI} -7	7.50 ee	153.3 f	11.5 i
MV3 _{AI} -8	7.34 hh	124.5 klm	9.1 t
MV3 _{AI} -9	9.20a	123.0 m	11.3 j
MV3 _{AI} -10	7.87 u	140.7 g	11.1 l
MV3 _{AI} -11	8.08 q	136.4 h	11.0 m
MV3 _{AI} -12	8.00 r	177.7 ab	14.2 b
MV3 _{AI} -13	7.34 hh	134.1 i	9.8 q
MV3 _{AI} -14	8.34 l	120.1 n	10.1 p
MV3 _{AI} -15	8.90 g	123.6 lm	11.0 m
MV3 _{AI} -16	8.40 m	101.2 qr	8.5 w
MV3 _{AI} -18	7.54 cc	125.8 jk	9.5 r
MV3 _{AI} -19	9.06 d	124.5 klm	11.3 j
MV3 _{AI} -21	7.31 ii	156.9 e	11.5 i
MV3 _{AI} -22	9.09 c	85.4 t	7.8 y

MV3 _{AI} -23	7.42 gg	127.3 j	9.4 s
MV3 _{AI} -24	7.53 dd	125.0 kl	9.1 t
MV3 _{AI} -25	7.7 z	110.2 o	8.5 w
MV3 _{AI} -26	8.22 n	179.0 a	14.7 a
MV3 _{AI} -27	8.90 h	120.4 n	10.7 n
MV3 _{AI} -29	8.12 p	137.5 h	11.2 k
MV3 _{AI} -30	9.10 b	104.9 p	9.5 r
MV3 _{AI} -31	7.48 ff	156.2 e	11.7 g
MV3 _{AI} -32	7.75 x	170.5 c	13.2 e
MV3 _{AI} -33	8.14 d	142.2 g	11.6 h
MV3 _{AI} -34	6.66 kk	77.8 u	5.2 cc
MV3 _{AI} -35	7.81 w	137.4 h	10.7 n
MV3 _{AI} -36	8.80 i	153.6 f	13.5 c
MV3 _{AI} -37	6.78 jj	96.7 s	6.6 bb
MV3 _{AI} -38	8.60 j	96.8 s	8.3 x
MV3 _{AI} -39	6.43 ll	104.5 p	6.7 aa
MV3 _{AI} -40	7.63 aa	176.1 b	13.4 d
MV3 _{AI} -41	7.82 v	110.8 o	8.7 u
MV3 _{AI} -42	7.97 t	156.5 e	12.5 f
PS 862	7.74 y	136.3 h	10.5 o

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 1%

Pertumbuhan tanaman yang baik akan berpengaruh pula terhadap rendemen gula, produktivitas tanaman serta hablur gula yang dihasilkan (Gambar 2). Hasil analisis rendemen menunjukkan bahwa mutan somaklon MV3 mempunyai rendemen berkisar antara 6.43 – 9.20%, sedangkan rendemen tanaman kontrol 7.74%. Analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata dari mutan somaklon serta kontrol terhadap parameter rendemen, produktivitas serta hablur gula (Tabel 2). Rendemen terbesar yaitu 9.2% dihasilkan oleh mutan somaklon MV3_{AI}-9, sedangkan yang paling kecil diperoleh dari klon MV3_{AI}-39. Dari 38 mutan somaklon tersebut, terdapat sepuluh klon yang mempunyai rendemen lebih besar dari 9%, yaitu klon MV3_{AI}-9, MV3_{AI}-30, MV3_{AI}-22, MV3_{AI}-19, MV3_{AI}-6, MV3_{AI}-27, MV3_{AI}-15, MV3_{AI}-2, MV3_{AI}-36, dan MV3_{AI}-38.

Produktivitas dari mutan somaklon berkisar antara 77.8-179 ton/ha, sedangkan produktivitas dari kontrol (PS 862) adalah 136.3 ton/ha. Produktivitas tertinggi dihasilkan oleh mutan somaklon MV3_{AI}-26 yang berbeda nyata dengan mutan somaklon lainnya dan kontrol, peningkatan produktivitas yang diperoleh mencapai 30%. Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat 10 klon yang mempunyai produktivitas lebih dari 150 ton/ha, yaitu MV3_{AI}-26, MV3_{AI}-12, MV3_{AI}-40, MV3_{AI}-32, MV3_{AI}-5, MV3_{AI}-21, MV3_{AI}-42, MV3_{AI}-31, MV3_{AI}-36, dan MV3_{AI}-37.

Selain rendemen dan produktivitas, parameter lainnya yang sangat penting adalah hablur gula. Hablur adalah gula sukrosa yang dikristalkan. Tanaman tebu yang mempunyai rendemen dan hablur yang baik sangat diperlukan oleh pabrik gula karena akan mempengaruhi efisiensi pabrik yang berkesinambungan. Hablur gula yang dihasilkan oleh mutan somaklon berkisar antara 5.2-14.7 ton/ha, sedangkan hablur dari tanaman kontrol adalah 10.5 ton/ha. Nilai hablur terbesar dihasilkan oleh klon MV3_{AI}-26, sedangkan yang paling kecil dihasilkan oleh klon MV3_{AI}-34. Dari semua klon yang diuji, 18 klon mempunyai hablur lebih besar dari PS 862. Hasil pada Tabel 2

menunjukkan bahwa terdapat 7 klon yang mempunyai hablur lebih besar dari 12 ton/ha, yaitu MV3_{Al}-26, MV3_{Al}-12, MV3_{Al}-5, MV3_{Al}-36, MV3_{Al}-40, MV3_{Al}-32, dan MV3_{Al}-42.

Peningkatan hablur gula yang cukup tinggi menunjukkan bahwa tanaman mempunyai kemampuan adaptasi yang baik di lahan masam sehingga dapat tumbuh dengan baik pada kondisi lahan dengan toksisitas Al yang tinggi, selain itu tanaman tersebut juga mampu menghasilkan rendemen yang tinggi. Tanaman yang tidak dapat tumbuh dengan baik menunjukkan bahwa tanaman tersebut tidak mempunyai sifat toleransi yang baik sehingga pertumbuhannya tidak maksimal yang berdampak terhadap produktivitas tanaman. Menurut Taylor (1991) pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kandungan unsur hara dalam tanah. pH tanah yang rendah (sekitar 4) akan menyebabkan Al^{3+} yang terikat oleh partikel tanah akan tersedia dan mengikat unsur hara sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Al^{3+} tersebut bahkan dapat memasuki akar, sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman, bahkan dapat menyebabkan keracunan sehingga tanaman akan mati.



Gambar 2. Pertumbuhan mutan somaklon MV4 di lahan masam, 10 bulan

Perubahan sifat yang terjadi pada mutan somaklon disebabkan oleh perlakuan iradiasi sinar gama yang diberikan pada populasi kalus yang dikombinasikan dengan seleksi in vitro yang diberikan pada stadia kalus menyebabkan terjadinya perubahan pada susunan DNA yang terekspresi pada saat tanaman ditumbuhkan di lahan masam. Hasil yang sama diperoleh oleh Islam et al., (2011) yang telah melakukan seleksi 5 klon tebu hasil induksi mutasi pada kondisi genangan dan menghasilkan 2 klon yang mempunyai produksi dan kadar gula tinggi. Hasil penelitian Akter et al., (2016) menunjukkan bahwa tanaman tebu hasil perlakuan iradiasi sinar gama pada dosis 10 Gy mempunyai karakter agronomi lebih dibandingkan dengan varietas asal serta mempunyai rendemen 14.25%. Selanjutnya hasil penelitian Khan et al., (2007) menunjukkan bahwa iradiasi sinar gama yang diberikan pada 3 klon tebu yaitu NI-98, NIA-2004 dan BL4 dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah batang, produktivitas dan hablur gula. Berdasarkan data karakter pertumbuhan, morfologi tanaman, rendemen, produktivitas dan hablur gula, terpilih 10 mutan somaklon unggul yang dapat dilanjutkan pada tahap pengujian selanjutnya.

4. Kesimpulan

- Perlakuan iradiasi sinar gama yang diberikan dapat meningkatkan keragaman genetik dari tanaman asal (induk).
- Diperoleh 10 mutan somaklon MV3 yang mempunyai rendemen lebih besar dari 9%.
- Diperoleh 10 mutan somaklon MV3 yang mempunyai produktivitas lebih dari 150 ton/ha.
- Diperoleh 7 mutan somaklon MV3 yang mempunyai hablur lebih besar dari 12 ton/ha.

5. Daftar Pustaka

- Akter, S., N. Alam and P.K. Roy. 2016. Improvement of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L. var. Isd. 39) Using Gamma Irradiation and Large Scale Planlet Production From M1 Generation through In Vitro Culture. *Jahangirnagar University J. Biol. Sci.* 5(1): 1-9.
- Cha-um, S., S. Chantawong, C. Mongkolsiriwatana, M. Ashraf, and C. Kirdmanee. 2013. Field Screening of Sugarcane (*Saccharum* spp.) Mutant and Commercial Genotypes for Salt Tolerance. *Not. Bot. Horti. Agrobi.* 41(1):286-293.
- Delhaize, E, and P.R. Ryan. 1995. Aluminium Toxicity and Tolerance in Plants. *Plant Physiol.* 107:315-321.
- Drummond, R.D., C. T. Guimarães, Juliana. Felix, F.E. Ninamango-Cárdenas, N.P. Carneiro, E. Paiva and M. Menossi. 2001. Prospecting Sugarcane Genes Involved in Aluminium Tolerance. *Genet. Mol. Biol.* 24 : 1-4.
- Islam, M.S., M.A.S. Miah, M.K. Begum, M.R. Alam and M.S. Arefin. 2011. Growth, Yield and Juice Quality of Some Selected Sugarcane Clones Under, Water-Logging Stress Condition. *World Journal of Agricultural Sciences* 7 (4): 504-509.
- Khan, I.A., M.U. Dahot, and A. Khatri. 2007. Study of Genetic Variability in Sugarcane Induced through Mutation Breeding. *Pak. J. Bot.*, 39(5): 1489-1501, 2007. 1489-1501.
- Marjayanti, S. 2008. Sekilas Info tentang Varietas Tebu Bina. P3GI-Pasuruan. <http://pengawasbenih.tanaman.blotspot.com/2008/04/>.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd. Academic Press Harcourt Brace & Company, London. 889 p.
- Mohan, Jain, S. 2010. Mutagenesis in Crop Improvement under The Climate Change. *Supplement* 15(2):89 – 103.
- Mulyani, A. 2006. Potensi Lahan Kering Masam untuk Pengembangan Pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.* 28(2):16-17.
- Patade, V.Y., P. Suprasanna, P. and V.A. Bapat. 2008. Gamma Irradiation of Embryogenic Callus Cultures and In Vitro Selection for Salt Tolerance in Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Agricultural Sciences in China* (2008) 7(9): 101-105.
- Taylor, G. J. 1991. Current View of The Aluminium Stress Response: The Physiological Basis of Tolerance. *Curr. Top. Plant Biochem. Physiol.* 10: 57–93.
- Zulfahmi, M.G.A. 2012. Mikroba Google, Pupuk Hayati Bio P 2000 Z Sebagai Solusi Permasalahan Budidaya Tebu di Lahan Kering.

Validasi Metode Kultur Jaringan pada Perbanyakan Benih Delapan Mutan Somaklon Tebu Unggul

Tissue Culture Validation Method in Seed Propagation of Eight Superior Sugarcane Somaclone

Suci Rahayu^{*}, Deden Sukmadjaja, Ika Mariska, Sri Suhesti dan Ragapadmi Purnamaningsih

Balai Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen), Badan Litbang Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 3A Bogor
Telp. 0251-8337975
Email: sucirahayu16111@gmail.com

Abstrak. Teknologi kultur jaringan sangat membantu dalam mempercepat penyediaan benih unggul tebu dengan mempersingkat tingkat penjenjangan perbenihan tebu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan telah merakit varietas tebu yang sesuai untuk lahan kering dan lahan basah menggunakan metode keragaman somaklonal dan mutasi yang dikombinasikan dengan seleksi in vitro untuk mengarahkan sifat yang diinginkan. Dari kegiatan tersebut, diperoleh 8 (delapan) mutan somaklon yang memiliki produktivitas tinggi (M1-M8) berdasarkan hasil seleksi di lapang. Untuk mendukung tersedianya benih dari mutan somaklon tersebut, maka perlu dilakukan perbanyakan benih menggunakan teknologi kultur jaringan. Media dasar yang digunakan pada penelitian ini MS (Murashige dan Skoog). Untuk induksi kalus MS + 2,4-D 3 mg/l + kasein hidrolisat 3 g/l + sukrosa 3% dan untuk regenerasi tunas adalah media dasar MS + BA 0,5 mg + IBA 0,1 mg/l + PVP 100 mg/l dan sukrosa 2%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa induksi kalus paling cepat dan persentase kalus yang beregenerasi membentuk tunas tertinggi diperoleh oleh M4, induksi tunas adventif paling cepat diperoleh oleh M2 dan jumlah tunas terbanyak diperoleh oleh M6.

Kata kunci: tebu, mutan somaklon, perbanyakan, kultur jaringan

Abstract. Tissue culture technique is very helpful to accelerate the supplying of superior sugarcane planting material with shortening the stages needed. Indonesian Center for Estate Crops Research and Development have generated sugarcane varieties that tolerant to drought and wetland area using somaclonal variation and mutation method as well as combined with in vitro selection to get the expected characteristic. This activity has resulted in 8 (eight) mutant somaclones that have high productivity (M1 – M8) based on field selection. To support the planting material sufficiency the 8 (eight) mutant somaclones should be propagated using tissue culture technique. Basic medium used in this research was MS (Murashige dan Skoog). The media formulation for callus induction was MS + 3 mg/l 2,4-D + 3 g/l casein hydrolysate + 3% sucrose and for shoot regeneration was MS + 0,5 mg BA + 0,1 mg/l IBA + 100 mg/l PVP and 2% sucrose. The result showed that the fastest callus induction and the highest percentage of regenerated callus were given by M4, the fastest adventitious shoot induction occurred on M2 and the highest number of shoots was on M6.

Keyword: sugarcane, mutant somaclone, micropropagation, tissue culture.

1. Pendahuluan

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) adalah salah satu sumber utama gula. Saat ini produksi gula nasional Indonesia berkisar antara 2,2 sampai 2,5 juta ton, untuk memenuhi jumlah kebutuhan gula 5,7 ton per tahun gula dalam negeri sebagian dipenuhi oleh impor. Melihat hal tersebut, untuk mengurangi ketergantungan terhadap gula impor maka pemerintah telah menetapkan swasembada gula konsumsi pada tahun 2019 dengan produksi sekitar 3,3 juta ton. (pertanian.go.id., 2018; Ismail, 2018; pertanian.go.id, 2019).

Target produksi gula tersebut ditetapkan untuk mewujudkan kedaulatan dan ketahanan pangan agar tidak tergantung kepada negara lain. Untuk mencapai target swasembada maka sejumlah strategi dilakukan antara lain pembangunan pabrik gula baru, revitalisasi pabrik gula lama, rehabilitasi tanaman dengan penggantian benih unggul dan antisipasi perubahan iklim (pertanian.go.id., 2018). Upaya-upaya tersebut berdampak kepada peningkatan kebutuhan benih tebu yang sangat tinggi. Untuk dapat memenuhi naiknya permintaan akan benih tebu unggul, saat ini Balitbangtan sedang merakit dan mengembangkan benih-benih tebu unggul.

Penyediaan benih dari varietas unggul yang bermutu dan peningkatan produksi dari tanaman tebu berdampak terhadap kontribusi hasil sekitar 30-35%. Pelepasan varietas baru tanaman tebu yang mempunyai sifat unggul harus didukung penyediaan benihnya dalam jumlah banyak untuk mengantisipasi permintaan benih dari varietas yang baru dilepas tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan teknik penyediaan benih yang cepat dalam jumlah yang banyak karena jika penyediaan benih tebu dalam jumlah yang besar dilakukan secara konvensional akan sulit dilakukan pengadaan benih secara konvensional memerlukan tahapan penjenjangan kebun pembenihan yang cukup panjang dan memakan waktu yang lama (Ali et al., 2012).

Dengan teknik kultur jaringan penyediaan benih dapat diprogram sesuai dengan jadwal kebutuhan dan jumlah yang diperlukan, sifat unggul tanaman induk tetap dimiliki oleh tanaman hasil perbanyakan dengan kultur jaringan, benih bebas hama dan penyakit dan tingkat keseragaman bahan tanaman cukup tinggi sehingga memberikan potensi produksi yang maksimal dari *Plant Cane* (PC) hingga RC (keprasan). Dengan beberapa keunggulan tersebut, kultur jaringan mampu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan kebun karena dapat mempersingkat jenjang yang diperlukan dalam penyediaan bibit unggul tebu (www.republika.co.id., 2018). Saat ini teknik kultur jaringan telah digunakan secara rutin untuk produksi benih tebu secara klonal dalam jumlah besar (Mamun, et al., 2004; Ali et al., 2008; Sukmadjaja dan Mulyana, 2011).

Perakitan varietas tebu untuk lahan kering dan lahan basah dengan menggunakan metode keragaman somaklonal dan mutasi serta dikombinasikan dengan seleksi in vitro untuk mengarahkan perubahan sifat yang terjadi telah dilakukan oleh Pusitbangbun. Dari kegiatan tersebut telah dihasilkan 350 mutan somaklon yang kemudian dilakukan uji daya hasil terhadap seluruh mutan somaklon di tiga provinsi yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Lampung. Dari pengujian tersebut, terseleksi 8 mutan somaklon dengan produktivitas yang tinggi baik di lahan kering maupun lahan basah. Untuk mendukung tersedianya benih tebu unggul dari mutan-mutan somaklon tersebut dalam jumlah yang banyak pada saat pelepasan varietas, maka telah dilakukan perbanyakan benihnya menggunakan teknologi kultur jaringan.

Selama ini metode kultur jaringan yang rutin digunakan di Puslitbangbun untuk perbanyakan benih tebu adalah metode Mariska et al. (2012) baik untuk jenis eksplan yang digunakan maupun formulasi medianya. Mengingat pada proses mikropopagasi setiap jenis tanaman mempunyai kebutuhan yang berbeda untuk pertumbuhannya (Gandonou et al., 2005), maka perlu dilakukan validasi terhadap metode kultur jaringan yang selama ini digunakan, untuk perbanyakan mutan somaklon tebu unggul. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk perbanyakan benih tebu menggunakan teknik kultur jaringan dengan menggunakan media yang sama atau informasi tentang formulasi media yang digunakan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 12 Februari 2017 hingga 12 Agustus 2018 di Laboratorium Biologi Sel dan Jaringan, Balai Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Kementerian Pertanian. Penelitian ini meliputi 2 tahapan kegiatan yaitu induksi kalus dan regenerasi tunas dari 8 (delapan) mutan somaklon tebu unggul.

2.1. Induksi Kalus

Bahan tanaman (eksplan) yang digunakan pada penelitian ini adalah daun muda dari 8 mutan somaklon. Daun muda yang digunakan adalah daun yang masih menggulung yang diisolasi dari bagian pucuk tebu. Sumber eksplan berasal dari tanaman tebu berumur 4 bulan yang ditanam di KP. Muktiharjo, Pati, Jawa Tengah. Eksplan disterilisasi melalui beberapa tahapan yaitu pucuk tebu diambil 2–3 lembar pelepah daunnya, dicuci bersih menggunakan larutan deterjen yang telah dicampur dengan NaOCl 30%, kemudian pucuk tebu dimasukkan ke dalam *Laminar Air Flow (LAF)* untuk dilakukan sterilisasi lanjutan. Pucuk tebu tersebut kemudian dicelupkan ke dalam alkohol 96% kemudian dibakar di atas api bunsen sebanyak 3 kali, kemudian dipotong-potong dengan ukuran ± 2 mm di atas *petridish* steril. Setelah itu irisan lembaran daun tebu dimasukkan ke dalam media dalam posisi horizontal.

Formulasi media yang digunakan untuk induksi kalus adalah media dasar Murashige dan Skoog (MS) + 2,4-D 3 mg/l + Kasein Hidrolisat 3 g/l + sukrosa 3% (Mariska, et al., 2012). Kultur ditumbuhkan pada botol selai berukuran 250 ml. Setiap botol berisi 4 eksplan dan setiap mutan somaklon diulang sebanyak 40 kali. Kalus diinduksi pada kondisi gelap di dalam ruang kultur dengan suhu $22 \pm 2^\circ\text{C}$.

Pengamatan dilakukan selama 8 minggu. Biakan disubkultur sebanyak 1 (satu) kali pada media yang sama pada minggu ke 4. Peubah pertumbuhan yang diamati adalah waktu inisiasi kalus dan persentase kalus yang terbentuk.

2.2. Regenerasi tunas

Kalus yang terbentuk pada kegiatan pertama dipindahkan ke dalam media untuk regenerasi tunas yaitu media dasar MS dengan penambahan BA 0.5 mg/l, IBA 0.1 mg/l, PVP 100 mg/l dan sukrosa 2% (Mariska, et al., 2012). Biakan ditumbuhkan pada botol selai berukuran 250 ml. Setiap botol berisi 4 kalus berdiameter $\pm 0,75$ cm dan setiap mutan somaklon diulang sebanyak 40 kali. Biakan diinkubasi pada ruang kultur dengan suhu $22 \pm 2^\circ\text{C}$, penyinaran selama 16 jam pada kondisi terang dan delapan jam pada kondisi gelap serta intensitas cahaya sebesar 1000 lux.

Pengamatan dilakukan pada delapan minggu setelah dipindahkan. Biakan disubkultur sebanyak 1 (satu) kali pada media yang sama pada minggu ke-4. Peubah pertumbuhan yang diamati adalah diameter kalus, spot hijau yang terbentuk per kalus, jumlah tunas per kalus dan tinggi tunas per kalus dan warna kalus.

Data dianalisis secara aritmatik dan dibahas secara deskriptif.

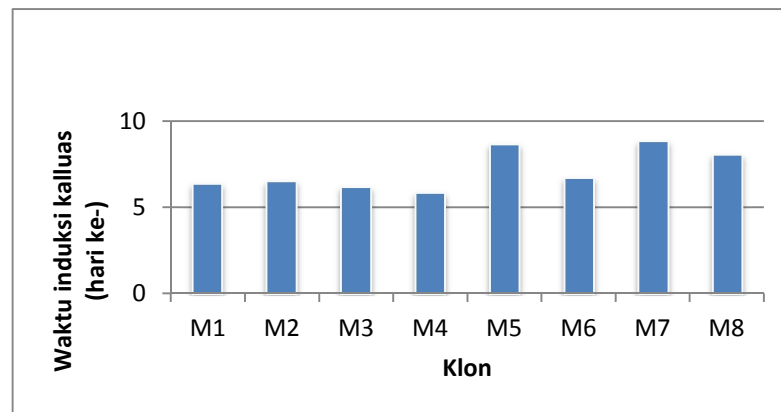
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Induksi kalus

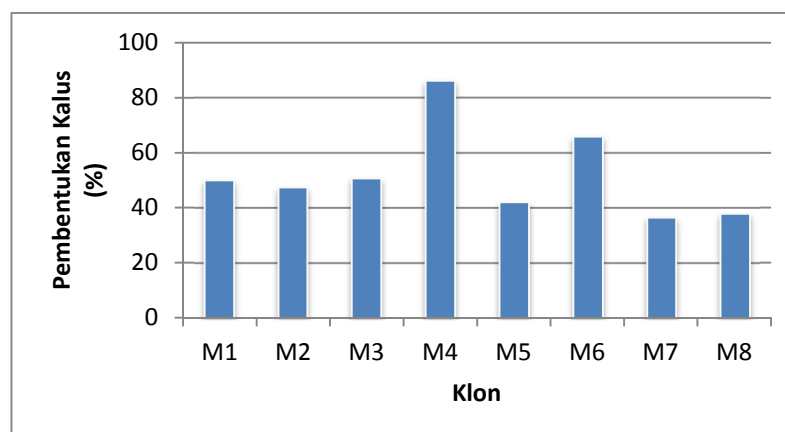
Pada kegiatan ini penggunaan formulasi media MS + 2,4-D 3 mg/l + Kasein Hidrolisat 3 g/l + sukrosa 3% berhasil membentuk kalus pada semua mutan somaklon yang diuji, tetapi dengan respon yang bervariasi baik untuk waktu induksi kalus maupun persentase eksplan

membentuk kalus (Gambar 1 dan 2). Respon yang beragam ini sesuai dengan pernyataan Gandonou et al., (2005) dan Ali et al., (2010) bahwa genotipe berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan suatu jenis tanaman.

Penggunaan 2,4-D pada penelitian ini menegaskan pernyataan Machakova et al. (2008) bahwa auksin adalah zat pengatur tumbuh (ZPT) yang berperan dalam proses pembentukan kalus. Di antara ZPT auksin yang efektif untuk menginduksi kalus tebu adalah 2,4-D tetapi besaran konsentrasi terhadap kemampuannya untuk membentuk kalus sangat tergantung dari genotipe yang digunakan (Khan et al., 2004; Gandonou et al., 2005; Ali et al., 2008; Jamil et al., 2017). Pada penelitian ini 2,4-D 3 mg/l merupakan konsentrasi yang efektif dalam membentuk kalus delapan mutan somaklon yang diuji walaupun dengan respon yang beragam. Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan pada sembilan genotipe tebu oleh Gandonou et al., (2005) dan Ali et al. (2010) yang juga menggunakan 2,4-D dengan konsentrasi yang sama.



Gambar 1. Waktu induksi kalus dari 8 mutan somaklon unggul tebu



Gambar 2. Persentase eksplan membentuk kalus dari 8 mutan somaklon unggul tebu pada 4 minggu setelah tanam

Pada umumnya rerata waktu induksi kalus berkisar antara 6–8 hari setelah tanam. Namun demikian waktu yang diperlukan dari eksplan menjadi kalus paling cepat diperoleh oleh mutan somaklon M4 yaitu 5,82 hari (Gambar 1). Waktu induksi kalus tercepat yang diperoleh oleh mutan somaklon M4 ini juga sejalan dengan perolehan persentase eksplan membentuk kalusnya yang tertinggi dari delapan mutan somaklon yang diuji yaitu 86,13%

(Gambar 2). Dengan hasil tersebut di atas dapat dikatakan bahwa mutan somaklon M4 merupakan klon yang memiliki respon paling tinggi terhadap media yang diberikan dibandingkan dengan mutan somaklon lainnya.

Selain itu penambahan kasein hidrolisat pada formulasi media yang digunakan tampaknya berpengaruh terhadap lebih cepatnya waktu pembentukan kalus dibandingkan dengan penelitian tebu lainnya yang tanpa penambahan kasein hidrolisat seperti yang dilakukan oleh Mamun et al. (2004) dan Jamil et al. (2017) dimana kalus baru muncul pada 16–20 hari setelah tanam. Kasein hidrolisat dikenal sebagai senyawa asam amino kompleks dan merupakan salah satu sumber N organik yang sering digunakan dalam kultur jaringan untuk mendorong pembentukan kalus embriogenik karena sifatnya yang dapat diserap secara cepat oleh tanaman (Sukmadjaja dan Mulyana, 2011). Seperti dilaporkan oleh Purnamaningsih (2006) bahwa penambahan kasein hidrolisat pada media yang mengandung auksin dapat meningkatkan pembentukan kalus embriogenik karena senyawa ini adalah prekursor pembentukan asam nukleat dan proses seluler lainnya.

Persentase eksplan membentuk kalus pada penelitian ini berkisar 36–86%, lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Gandonou et al., (2005) sebesar 60–100%. Hal ini dapat terjadi karena adanya penggunaan genotipe yang berbeda. Selain itu dari Gambar 1 dan 2 terlihat bahwa waktu untuk induksi kalus berbanding lurus dengan persentase eksplan membentuk kalus, karena waktu untuk induksi kalus yang paling lambat (8,82 hari) dan persentase eksplan membentuk kalus yang terendah pun (36,43%) ditunjukkan oleh mutan somaklon yang sama yaitu M7.

Dari penelitian ini terlihat bahwa semua mutan somaklon yang diuji dapat membentuk kalus embriogenik. Kalus embriogenik adalah kalus yang memiliki kemampuan untuk beregenerasi dari satu sel atau beberapa sel menjadi tanaman (Jamil et al., 2017; Ali et al., 2010). Kalus ini memiliki kemampuan regenerasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kalus non embriogenik, baik untuk pemeliharaan kalus maupun organogenesis. Kalus embriogenik yang terbentuk dari kegiatan ini kemudian akan digunakan pada tahapan penelitian selanjutnya.

Walaupun waktu inisiasi dan persentase pembentukan kalus menunjukkan hasil yang beragam namun hasil penelitian ini membuktikan bahwa formulasi media untuk induksi kalus yang selama ini digunakan untuk beberapa varietas bina seperti Bululawang, PS 864, Kidang Kencana, Kentung, dan lain-lain ternyata dapat digunakan juga untuk induksi kalus mutan somaklonal.

3.2. Regenerasi Tunas

Kalus yang digunakan pada penelitian ini adalah kalus embriogenik yang dihasilkan dari penelitian induksi kalus yang dilakukan sebelumnya. Sama halnya dengan hasil pada tahap induksi kalus, semua mutan somaklon yang diuji memberikan respon yang beragam walaupun ditumbuhkan pada media yang sama (MS + BA 0,5 mg/l + IBA 0,1 mg/l + PVP 100 mg/l + sukrosa 2%). Hasil ini mendukung pernyataan Gandonou et al. (2005) dan Ali et al., 2010 bahwa setiap genotipe mempunyai kebutuhan yang berbeda untuk pertumbuhannya.

Dari formulasi media yang diberikan terlihat bahwa waktu inisiasi tunas adventif berkisar antara 6 sampai dengan 7 hari setelah tanam, tetapi jumlah tunas yang dihasilkan antara mutan somaklon sangat bervariasi. Jumlah tunas paling tinggi diperoleh mutan somaklon M6 diikuti dengan mutan somaklon M2 pada kisaran delapan tunas per kalus, sedangkan jumlah tunas paling rendah yaitu mutan somaklon M8. Mutan somaklon M8 cenderung mempunyai respon yang sulit untuk beregenerasi dibandingkan dengan tujuh mutan somaklon lainnya

(Tabel 2, dan Gambar 3). Hal tersebut terjadi karena pencoklatan (*Browning*), selain itu juga pada kalus M8 kalus menghitam sehingga inisiasi tunas menjadi terhambat.

Pencoklatan pada biakan terjadi karena tebu memiliki kandungan fenol yang tinggi, khususnya pada meristem apeks dan irisan lembaran daun (Shimelis, et al., 2015). Adanya pencoklatan akan mempengaruhi penyerapan unsur hara, menurunkan pertumbuhan kalus dan akhirnya dapat menyebabkan kematian eksplan (Shahid, et al., 2011). Pencoklatan dapat diatasi dengan pemberian antioksidan seperti asam askorbat, asam sitrat, *polyvinyl pyrrolidone* (PVP) atau *activated charcoal* (Shimelis, et al., 2015). Pada penelitian ini, formulasi media sudah ditambah PVP 100 mg/l, tetapi tampaknya konsentrasi ini kurang tinggi dibandingkan dengan penelitian Shimelis, et al. (2015) yang menggunakan PVP 300 mg/l. Dengan hasil ini maka untuk beberapa mutan somaklon terutama M8 konsentrasi PVP yang diberikan perlu ditingkatkan.

Tabel 2. Rerata beberapa komponen pertumbuhan pada induksi tunas adventif tidak langsung dari delapan mutan somaklon tebu.

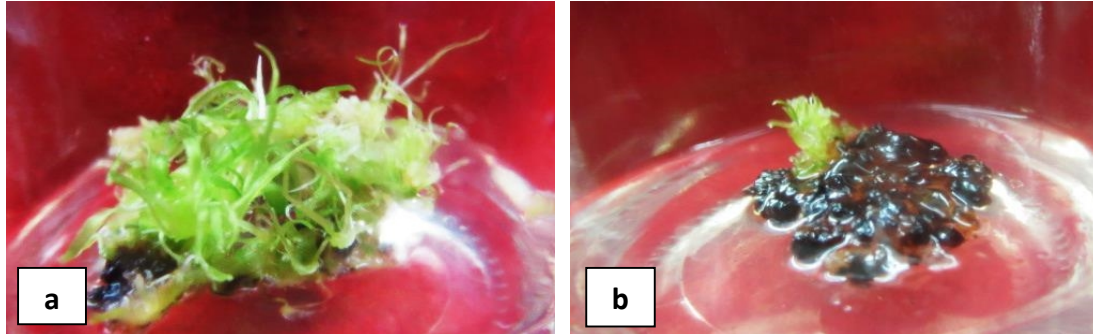
Klon	Diameter Kalus (cm)	Spot Hijau Yang Terbentuk Per Kalus (%)	Kalus Yang Beregenerasi (%)	Waktu Inisiasi Tunas (hari)	Jumlah Tunas Per Kalus	Warna kalus
	1,61	33,00	61,97	6,44	4,20	Putih Kemerahan
	1,08	23,33	56,31	5,54	8,16	Putih Kemerahan
	1,28	8,33	45,00	6,28	2,00	Coklat
	1,73	35,00	54,07	7,75	0,80	Kemerahan
	1,40	20,00	51,07	7,11	2,00	Hitam
	1,78	61,00	66,75	7,00	8,40	Putih Kekuningan
	1,62	26,00	47,50	7,00	3,30	Hitam
	1,64	10,00	37,50	7,17	0,70	Hitam

Data pada Tabel 2. menunjukkan bahwa setiap mutan somaklon mempunyai respon yang berbeda terhadap komponen pertumbuhan yang diamati. Kondisi ini menunjukkan bahwa setiap mutan somaklon yang dihasilkan sudah berubah sifat genetiknya walaupun berasal dari pohon induk (varietas) yang sama (Khan et al., 2000, Yasmin et al. 2011). Dalam kultur jaringan sering didapati adanya tanggap yang berbeda karena adanya “genotype dependent”. Adanya sifat tersebut menunjukkan perubahan morfologi untuk menuju ke arah diferensiasi membentuk meristem bakal tunas. Diharapkan dengan semakin tinggi persentase sifat genetik dapat diharapkan pembentukan tunasnya semakin meningkat. Persentase kalus yang beregenerasi paling tinggi berasal dari mutan somaklon M6 sebesar 66,75%.

Rata-rata jumlah tunas per kalus paling banyak 8,4 terdapat pada galur somaklon M6. Banyaknya tunas yang terbentuk pada periode tertentu dapat menentukan jumlah planlet yang dihasilkan. Semakin banyak tunas yang dihasilkan maka semakin banyak planlet yang akan diperoleh. Dari Tabel 2 terlihat bahwa galur somaklon M6 mempunyai respon yang terbaik dalam diferensiasi kalus membentuk tunas adventif dengan media MS + BA 0,5 mg/l + IBA 0,1 mg/l + PVP 100 mg/l dan sukrosa 2%. Penampilan visual pertumbuhan mutan somaklon M6 dapat dilihat pada Gambar 3.

Mutasi pada kultur jaringan tanaman dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Variasi somaklonal dan mutasi yang dikombinasikan dengan kultur in vitro terbukti merupakan metode yang bermanfaat untuk menghasilkan varietas dengan sifat yang diinginkan. Teknik tersebut menghasilkan genotipe baru dengan sedikit perubahan di dalam genom aslinya (Khan et al., 2000, Yasmin et al., 2011). Pada penelitian ini terlihat bahwa pada pemberian formulasi yang sama terhadap delapan mutan somaklon memberikan respon pertumbuhan

yang bervariasi, kondisi ini menunjukkan bahwa mutan somaklon yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya sudah menjadi induk baru dengan sifat genetik yang berbeda.



Gambar 3. Penampilan tunas adventif tidak langsung pada 6 minggu setelah tanam. (a) Mutan somaklon M6 dan (b) Mutan somaklon M8.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa formulasi media untuk regenerasi tunas yang selama ini digunakan untuk beberapa varietas bina seperti Bululawang, PS 864, Kidang Kencana, Kentung, dan lain-lain dapat digunakan juga untuk regenerasi tunas mutan somaklonal walaupun perlu adanya beberapa modifikasi pada beberapa mutan somaklonal seperti M7 dan M8 karena konsentrasi PVP yang digunakan belum mampu untuk menahan laju oksidasi fenol yang dikeluarkan.

4. Kesimpulan

Semua mutan somaklon dapat tumbuh pada formulasi media yang diberikan dan genotipe sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan. Induksi kalus paling cepat dan persentase kalus yang berdiferensiasi tertinggi diperoleh oleh M4, induksi tunas adventif paling cepat diperoleh oleh M2 dan jumlah tunas terbanyak diperoleh oleh M6.

5. Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada proyek KP4S 2017 Badan Litbang Pertanian melalui DIPA kerjasama Puslitbangbun yang telah mendanai penelitian ini dan kepada kepala BB Biogen yang telah mengizinkan penggunaan fasilitas laboratorium Biologi Sel dan Jaringan sehingga kegiatan penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

6. Daftar Pustaka

- Ali, A., Naz, S., Siddiqui, F.A., & Iqbal J. 2008. Rapid Clonal Multiplication of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) through Callogenesis and Organogenesis. *Pakistan Journal of Botany*, 4(11), 123-138.
- Ali, S., Iqbal, J. & Khan, M.S. 2010. Genotype Independent In Vitro Regeneration System in Elite Varieties of Sugarcane. *Pakistan Journal of Botany*, 42(6), 3783-3790.
- Ali, S., Khan, S., Iqbal J. 2012. In Vitro Direct Plant Regeneration from Cultured Young Leaf Segments of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(4), 1107-1112.
- Gandonou, Ch., Errabii, T., Abrini, J., Idaomar, M., Chibi, F., & Senhaji, N.S. 2005. Effect of Genotype on Callus Induction and Plant Regeneration From Leaf Explants of Sugarcane (*Saccharum sp.*). *African Journal of Biotechnology*, 4(11), 1250-1255.

- Ismail, E.H. 2018. Perbanyak Benih Tebu Melalui Kultur Jaringan. www.republika.co.id/berita/ekonomi/pertanian/18/05/22/p949fk453. 22 mei 2018. Diunduh pada tanggal 8 November 2018.
- Jamil, S., Shahzad, R., Talha, G.M., Sakhawat, G., Rahman, S.U., Sultana, R. & Iqbal, M.Z. 2017. Optimization of Protocols for In Vitro Regeneration of Sugarcane (*Saccharum officinarum*). *International Journal of Agronomy*, 1, 1-8.
- Khan, S.J., Khan H.U., Khan, R.D., Iqbal, M.M., Jafar Y. (2000) Development of Sugarcane Mutants Through In Vitro Mutagenesis. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(7):1123-1125.
- Machakova, I., Zazimalova, E. & George, E.F. 2008. Plant Growth Regulators I: Introduction; Auxins, their Analogues and Inhibitors. In. Plant Propagation by Tissue Culture. George, E.F., Hall M.A. & De Klerk, G.J. (eds). pp: 175-204.
- Mamun, M.A., Sikdar, M.B.H. Paul, D.K., Rahman, M.M. & Islam, M.R. 2004. In Vitro Micropropagation of Some Important Sugarcane Varieties of Bangladesh. *Asian Journal of Plant Science*, 3(6), 666-669.
- Mariska, I., Purnamaningsih, R., Sukmadjaja, D., Lestari, E.G., Hutami, S., Husni, A., Supriati, Y. & Rahayu, S. 2012. Perakitan Tebu Baru Unggul Untuk Ketahanan Terhadap Iklim Basah. Laporan Penelitian. Puslitbangbun.
- Purnamaningsih, R. 2006. Induksi Kalus dan Optimasi Regenerasi Empat Varietas Padi Melalui Kultur In Vitro. *Journal AgroBiogen*, 2(2), 74-80.
- Pertanian.go.id. 2018. Pemerintah Tunjukkan keberpihakan Kepada Petani Tebu. <http://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=2187>. 20 Juli 2017. Diunduh pada tanggal 8 November 2018.
- Pertanian.go.id. 2019. Mentan Optimis Capai Swasembada Gula 2019 Melalui Pemanfaatan Lahan Rawa. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=2053>. 22 Mei 2019. Diunduh pada tanggal 2 Agustus 2019.
- Shahid, M., Singh, A., Shukla, P.K 2011. Callus Formation in Sugarcane Genotypes. *Trends in Biosciences*, 4(1), 21-22.
- Shimelis, D., Bantte, K., Feyissa T, 2015. Effect of Polyvinylpyrrolidone and Activated Charcoal to Control Effect of Phenolic Oxidation on In Vitro Culture Establishment Stage of Micropropagation of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Advances in Crop Science and Technology*, 3, 1-4.
- Sukmadjaja, D. & Mulyana, A. 2011. Regenerasi dan Pertumbuhan Beberapa Varietas Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Secara In Vitro. *Jurnal AgroBiogen*, 7(2), 106-118.

Peluang Pengembangan Koleksi Tebu Liar Kebun Raya Purwodadi sebagai Tetua dalam Pemuliaan Tebu

Prospect of Wild Sugarcane and its Relatives of Purwodadi Botanic Garden Collection as Parental in Sugarcane Breeding

Janis Damaiyani

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI

Email: j.damaiyani@gmail.com

Abstrak. Adanya sistem budi daya tanaman monokultur yang banyak berkembang saat ini meningkatkan resiko terjadinya erosi genetik serta eksplosi serangan hama dan penyakit. Untuk mengatasinya perlu adanya upaya konservasi spesies liar sebagai sumber gen ketahanan terhadap deraan faktor biotik dan abiotik. Persilangan dengan spesies tebu liar diharapkan dapat memindahkan sifat ketahanan yang dimiliki oleh spesies liar kepada kultivar tebu yang ada. Permasalahannya banyak spesies liar yang terancam punah karena dianggap tidak bermanfaat sehingga perlu upaya konservasi. Sebagai lembaga yang bertugas dalam konservasi tumbuhan, Kebun Raya Purwodadi telah melakukan pengkoleksian tebu liar dan kerabatnya secara *ex-situ* sebagai upaya penyelamatan sumber gen. Koleksi tebu liar Kebun Raya Purwodadi dan kerabatnya yaitu *Saccharum spontaneum* L. dan *Erianthus ciliaris* (Andersson) Jeswiet. Melalui persilangan interspesifik, kedua spesies tersebut memiliki prospek untuk dikembangkan sebagai alternatif tetua untuk mendapatkan tebu unggul.

Kata kunci : kebun raya Purwodadi, tebu liar, kerabat tebu, *Saccharum spontaneum* L., *Erianthus ciliaris* (Andersson) Jeswiet.

Abstract. Monoculture crop cultivation systems that are currently developing can increase the risk of genetic erosion and explosions of pests and diseases. To overcome the existence of genetic erosion there is a need to conserve wild species as a source of genes. Crossing with wild sugar cane species will produce a large genetic diversity that increases the chances of breeders obtaining the expected superior varieties. The problem is that many wild species are threatened because they are considered not useful, so conservation efforts are needed. As an institution in charge of plant conservation, Purwodadi Botanical Garden has collected wild sugarcane and its relatives in *ex-situ* ways as an effort to save gene sources. The wild sugarcane collection of the Purwodadi Botanic Garden and its relatives are *Saccharum spontaneum* L. and *Erianthus ciliaris* (Andersson) Jeswiet. Through interspecific crossing, the two species have the prospect of being developed as an alternative parent to create superior sugarcane.

Keyword : Purwodadi botanical garden, wild sugarcane, sugarcane relatives, *Saccharum spontaneum* L., *Erianthus ciliaris* (Andersson) Jeswiet.

1. Pendahuluan

Saccharum officinarum L. atau yang lebih dikenal dengan nama tebu banyak dibudidayakan di daerah tropis dan subtropis karena merupakan penghasil gula utama di dunia (Aitken et al., 2018; Nayak et al., 2014). Tergolong dalam *tribe* Andropogoneae, *family* Poaceae (rumpun-rumputan) (Bajaj & Jian, 1995). Gula menjadi sangat penting karena merupakan kebutuhan pokok

masyarakat (Ali et al., 2015). Oleh karenanya, tanaman tebu sebagai sumber penghasil gula ditetapkan menjadi komoditas strategis nasional (Kementerian Pertanian, 2015). Saat ini produktivitas tebu di Indonesia mengalami penurunan karena berbagai faktor, salah satunya adalah karena tidak berkembangnya varietas tebu baru yang dihasilkan. Dalam pengembangan varietas tebu baru perlu adanya tetua tanaman tebu yang memiliki sifat unggul seperti tahan kekeringan serta tahan hama dan penyakit.

Berbagai varietas unggul yang mampu beradaptasi terhadap tekanan penyakit, praktik pertanian, permintaan pasar, dan kondisi iklim dapat diciptakan melalui penggunaan spesies liar sebagai tetua dalam silangan. Spesies liar yang memiliki hubungan kekerabatan dengan tanaman pertanian atau yang dikenal dengan istilah kerabat liar tanaman (*crop wild relative/CWR*) telah terbukti mampu meningkatkan kemampuan adaptasi sistem pertanian di dunia. Spesies liar memiliki keragaman genetik yang luas yang dibutuhkan untuk membentuk variasi alel baru dalam program pemuliaan. Oleh karenanya spesies liar menjadi sangat berharga (Dempewolf et al., 2017).

Berdasarkan PERKA LIPI No. 4 Tahun 2016, Kebun Raya Purwodadi yang juga dikenal dengan nama Hortus Iklim Kering Purwodadi merupakan lembaga yang memiliki tugas melaksanakan konservasi *ex-situ* tumbuhan dataran rendah kering. Dalam melaksanakan tugas tersebut, Kebun Raya Purwodadi memiliki fungsi, salah satunya yaitu melakukan pengelolaan koleksi tumbuhan dataran rendah kering, selain itu juga melakukan penelitian dan pengembangan konservasi tumbuhan dataran rendah kering (Zulkarnain, 2016). *Saccharum* dan *Erianthus* merupakan taksa yang menjadi tanaman koleksi Kebun Raya Purwodadi (Narko et al., 2013). Pengelolaan koleksi, penelitian serta pengembangan taksa tersebut menjadi hal yang penting untuk dilakukan. Dengan mengungkap potensinya akan menjadi nilai tambah dalam upaya konservasinya di Kebun Raya Purwodadi.

2. Biologi *Saccharum spontaneum* L. dan *Erianthus ciliaris* (Andersson) Jeswiet.

2.1. *Saccharum spontaneum* L.



Gambar 1. *Saccharum spontaneum* L. koleksi Kebun Raya Purwodadi

Saccharum spontaneum L. atau yang dikenal dengan nama daerah glagah (Jawa), tatebu (Timor), atau pit-pit (Papua Nugini) merupakan tebu liar yang sangat adaptif, toleran

terhadap stress, dapat hidup pada berbagai habitat dan ketinggian (t'Mannetje & Jones, 1992; USDA, 2016; Sreenivasan et al., 1987; Bonnett et al., 2014). Jenis ini tumbuh sepanjang tahun. Memiliki morfologi yang tegak, tangkainya ramping namun tinggi serat, akarnya juga berserat dan kadang-kadang rimpangnya merayap. Tingkat polimorfisme *S. spontaneum* sangat tinggi, sehingga morfologi tanamannya beragam mulai dari tandan kecil, tanpa batang, hingga memiliki tangkai setinggi 6 meter (USDA, 2016). Penampilan tanaman lebih menyerupai rumput daripada tebu. *S. spontaneum* memiliki beberapa sifat unggul antara lain tahan dari cekaman kekeringan dan tahan dari hama dan penyakit. *S. spontaneum* tahan terhadap penyakit sereh, Pythium root rot, gummosis, dan red rot.

2.2. *Erianthus ciliaris* (Andersson) Jeswiet.

Erianthus ciliaris (Andersson) Jeswiet atau yang dikenal sebagai Munj *sweet cane* (USDA, 2015) tergolong sebagai kerabat tebu. Jenis ini memiliki sinonim *Saccharum bengalense* Retz., *Imperata sara* (Roxb.) Schult, *Ripidium bengalense* (Retz.) Grassl, dan *Tripidium bengalense* (Retz.) H.Scholz. Perennial, terrestrial, mampu tumbuh pada habitat bebatuan. Memiliki jaringan akar yang luas dan mampu mengikat tanah, sehingga menjadikan jenis ini sebagai alternatif tumbuhan pencegah erosi. *E. ciliaris* tumbuh berumpun, tinggi dapat mencapai 2-6 m. Berbatang tegak, bulat atau poligonal, berserat dan seratnya dapat dimanfaatkan untuk membuat tali. Buku batang berambut dan ruas batangnya padat atau kenyal.



Gambar 2. *Erianthus ciliaris* (Andersson) Jeswiet. koleksi Kebun Raya Purwodadi

3. Sejarah keberhasilan persilangan kedua spesies

Sejak varietas yang dihasilkan dari hibridisasi intraspesifik memperlihatkan kepekaan terhadap penyakit, khususnya sereh, maka para pemulia tebu mulai melakukan persilangan interspesifik yaitu dengan melakukan persilangan antara tebu dengan tebu liar yang memiliki sifat tahan terhadap penyakit, khususnya sereh. Para pemulia mulai menyilangkan *S. officinarum* dengan *S. spontaneum*. Pada tahun 1921, Jeswiet berhasil merakit klon POJ 2878 yang merupakan hasil persilangan dengan *S. spontaneum* sebagai tetua, dan terbukti dapat mengatasi penyakit sereh.

Persilangan *S. officinarum* dengan *Erianthus* telah beberapa kali dilakukan. Pada tahun 1885, Soltwedel mencoba menyilangkan tebu dengan *Erianthus arundinaceus*, meskipun gagal. Roach (1986) mengemukakan tebu liar dan kerabatnya termasuk *Erianthus* sebagai sumber gen

ketahanan terhadap penyakit. Sejak tahun 2009, P3GI telah melakukan persilangan intergenerik dengan *Erianthus arundinaceus*. Pemilihan *Erianthus* sebagai tetua karena memiliki beberapa sifat penting dalam program perbaikan genetik tebu. *Erianthus arundinaceus* mempunyai sifat daya adaptasi yang luas, mulai dari kondisi lingkungan yang basah sampai kering, tahan dingin, tahan keprasan, kadar sabut tinggi, pertumbuhan yang cepat, tegak, perakaran kuat, vigor dan komponen produksi yang tinggi selain itu, *Erianthus arundinaceus* juga memiliki gen ketahanan terhadap beberapa penyakit penting pada tebu tebu antara lain: penyakit mosaik yang disebabkan oleh SCMV, penyakit busuk merah (*red rot*) yang disebabkan oleh *Colletotrichum falcatum* dan penyakit karat yang disebabkan oleh *Puccinia melanocephala*. Saat ini genus *Erianthus* section *Ripidium* digolongkan dalam tetua *elite* karena memiliki beberapa karakter yang baik untuk digunakan dalam program introgresi untuk memperluas dasar genetik tetua persilangan atau untuk memasukkan sifat-sifat yang diinginkan ke tebu komersial masa kini. Hasil persilangan tebu komersial dengan *Erianthus arundinaceus* tersebut menunjukkan potensi rendemen dan produksi yang baik. Hal ini ditunjukkan dengan potensi rendemen beberapa klon lebih dari 12% bahkan ada yang mencapai 14%. Selain itu beberapa klon yang lain menunjukkan potensi hablur lebih dari 150 ku/ha di beberapa lokasi pengujian. Dua varietas yang berhasil dilepas oleh P3GI pada Tahun 2016 yaitu PS 091 dan PS 092 serta klon harapan yang tidak berhasil dilepas, PS 09-0401, merupakan hasil persilangan antar genus yaitu tebu komersial dengan *Erianthus arundinaceus*. Ketiga varietas tersebut mempunyai potensi hablur di atas 100 ku/ha di ekolokasi yang cocok. PS 091 mempunyai keunggulan potensi rendemen 14% di lahan tegalan yang bertekstur ringan dan tahan terhadap penyakit streak mosaik. PS 092 memiliki keunggulan tahan keprasan, hasil tebu mencapai 1.200 ku/ha, rendemen mencapai 13% dan hablur mencapai 150 ku/ha (Hufail, 2017).

Persilangan *S. officinarum* dengan *S. spontaneum* memang telah banyak dilakukan. Berbagai varietas telah dihasilkan dari persilangan kedua spesies tersebut. Meskipun demikian, peluang untuk menjadikan *S. spontaneum* koleksi Kebun Raya Purwodadi sebagai tetua silangan tetap terbuka. Untuk memperoleh populasi terseleksi tebu dengan keragaman genetik yang besar, diperlukan tersedianya tetua-tetua persilangan yang beraneka ragam. Tetua tersebut hendaknya dapat beradaptasi secara spesifik maupun luas serta mempunyai sifat khusus seperti rendemen tinggi, diameter besar, anakan banyak, tahan terhadap hama dan penyakit. Varietas unggul komersial yang berkembang saat ini terutama di Pulau Jawa merupakan varietas lama. Seperti PS 864 yang dilepas oleh P3GI pada tahun 2004, PS 881 dilepas pada tahun 2008, KK dilepas pada tahun 2008 dan BL dilepas pada tahun 2004. Oleh karena itu perakitan varietas tebu unggul baru selalu diperlukan untuk menyediakan pilihan-pilihan varietas yang berkesinambungan bagi masyarakat.

Persilangan *S. officinarum* dengan *E. ciliaris* memang belum pernah dilaporkan. Hal ini menjadikan peluang bagi *E. ciliaris* untuk dijadikan tetua silangan. Karakter *E. ciliaris* yang mampu hidup pada habitat ekstrim seperti bebatuan serta memiliki jaringan akar yang luas dan mampu mengikat tanah menunjukkan spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang cukup bagus. P3GI telah berhasil membuat varietas yang berasal dari hasil silangan dengan *Erianthus*, khususnya *E. arundinaceus*, sehingga peluang untuk menyilangkan dengan jenis *Erianthus* yang lain seperti *E. ciliaris* kemungkinan dapat dilakukan. Persilangan dengan tetua *E. ciliaris* sangat diperlukan karena saat ini program pembukaan dan pengembangan lahan tebu banyak dikembangkan di lahan sub optimal serta lahan dengan tingkat kekeringan cukup tinggi. Persilangan dengan spesies ini diharapkan dapat merakit tebu unggul tahan kekeringan sehingga memberikan jawaban atas kendala pengembangan tebu di lahan sub optimal dan lahan dengan tingkat kekeringan tinggi.

4. Kendala

Persilangan interspesifik pada umumnya terkendala oleh musim pembungaan yang tidak sinkron. Namun hal ini dapat diatasi antara lain dengan cara merangsang klon yang berbunga akhir dengan zat perangsang pembungaan, melakukan rangsangan pembungaan menggunakan induksi cahaya dan meletakkan tanaman pada kamar gelap, menaikkan suhu pada malam hari dan menyediakan sumber polen (*Pollen Bank*) hasil dari calon tetua. Penyediaan polen menggunakan *pollen bank* merupakan teknik baru yang jarang digunakan. Teknik ini menggunakan cara penyimpanan polen atau polen diawetkan dengan menerapkan metode yang tepat, sehingga dapat digunakan sewaktu-waktu. Selain itu, persilangan lintas spesies biasanya terkendala oleh adanya tingkat keberhasilan penyerbukan yang rendah karena adanya barrier biologis. Kendala ini dapat diatasi dengan memperbanyak tanaman yang disilangkan agar meningkatkan tingkat keberhasilan persilangan interspesifik.

5. Penelitian kedepan

Seiring dengan perkembangan serangan hama dan penyakit di tebu yang terjadi beberapa waktu ini, perlu adanya upaya eksplorasi, konservasi, dan rejuvenasi koleksi tebu liar Kebun Raya Purwodadi sebagai sumber plasma nutfah dalam persilangan tebu tahan hama dan penyakit. Saat ini Kebun Raya memiliki koleksi tebu liar yang sangat terbatas sehingga perlu adanya penambahan koleksi terutama tebu liar dari daerah-daerah iklim kering untuk memperoleh koleksi plasma nutfah tahan kekeringan serta diharapkan tahan serangan hama dan penyakit. Setiap tebu liar dari berbagai daerah diharapkan memiliki respon yang berbeda terhadap lingkungan ekstrim terutama kekeringan serta eksplosi hama dan penyakit baru. Setiap daerah pastinya memiliki keunggulan sumber daya genetiknya sehingga semakin melengkapi koleksi plasma nutfah tebu liar kebun raya Purwodadi dan menjadikan *role model* kebun raya yang tidak hanya bersifat mengkonservasi tanaman saja tetapi juga berimplikasi dalam pemanfaatan pengembangan ilmu pengetahuan secara langsung dengan adanya sumbangan sumber daya genetik dalam perakitan tebu unggul.

Selain menambah koleksi tebu liar dari beberapa daerah di Indonesia. Kebun Raya Purwodadi perlu mengaktifkan forum kebun raya secara nasional maupun internasional untuk mendorong adanya tukar menukar plasma nutfah tebu liar. Dengan adanya kegiatan ini diharapkan diperoleh sumber kekayaan genetik tebu liar dari negara lain seperti China, Amerika Serikat, Brazil, dan Perancis. Dengan beragamnya plasma nutfah tebu liar yang ada diharapkan dapat meningkatkan peluang terciptanya tebu toleran kekeringan serta hama dan penyakit.

6. Daftar Pustaka

- Aitken KJ., Li G., Piperidis C., Qing F., Yuanhong, and Jackson P. 2018. Worldwide Genetic Diversity of the Wild Species *Saccharum spontaneum* and Level of Diversity Captured within Sugarcane Breeding Programs. *Crop Sci.* 58:218-229. doi:10.2135/cropsci2017.06.0339.
- Ali S., Badar N., and Fatima H. 2015. Forecasting Production and Yield of Sugarcane and Cotton Crops of Pakistan for 2013-2030. *Sarhad J. Agric.* 31:1-9.
- Asbani N., dan Prabowo H. 2014. Persilangan Tebu dengan Glagah. *Info Tek Perkebunan.* 6(8):31
- Bajaj YPS., and Jian LC. 1995. Cryopreservation of Germplasm of Sugarcane (*Saccharum* Species). In: Bajaj YPS. (eds) Cryopreservation of Plant Germplasm I. Biotechnology in Agriculture and Forestry, vol 32. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bonnett GD., Kushner JNS., Saltonstall K. 2014. The Reproductive Biology of *Saccharum spontaneum* L.: Implications for Management of This Invasive Weed in Panama. *NeoBiota.* 20:61-79

- Dempewolf H., Baute G., Anderson J., Kilian B., Smith C., and Guarino L. 2017. Past and Future Use of Wild Relatives in Crop Breeding. *Crop Sci.* 57:1–13.
- Hufail, F. 2017. Persilangan Antar Genus Menghasilkan Varietas Tebu Unggul (PS 091 dan PS 092). Kementerian Pertanian – Direktorat Jenderal Perkebunan. <http://perbenihan.ditjenbun.pertanian.go.id/web/page/title/180/persilangan-antargenus-menghasilkan-varietas-tebu-unggul-ps-091-dan-ps-092>
- Kementerian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015-2019. http://www1.pertanian.go.id/file/RENSTRA_2015-2019.pdf
- Narko D., Suprpto A., and Lestarini W (Editor). 2013. An alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden. Purwodadi Botanical Garden. Indonesia.
- Nayak SN., Song J., Villa A., Pathak B., Ayala-Silva T., Yang X., Todd J., Glynn NC., Kuhn DN., Gilbert RA., Camstock JC., and Wang J. 2014. Promoting Utilization of *Saccharum* spp. Genetic Resources through Genetic Diversity Analysis and Core Collection Construction. *PLOS ONE*. Volume 4, Issue 10. E110856.
- Sreenivasan, TV., Ahloowalia, BS., and Heinz, DJ. 1987. Cytogenetics. Chapter 5. *In*: DJ Heinz, ed. Sugarcane Improvement through Breeding. Elsevier, Amsterdam. Pp 211-253
- United States Department of Agriculture (USDA). 2016. Weed Risk Assessment for *Saccharum spontaneum* L. (Poaceae) – Wild Sugarcane. https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/weeds/downloads/wra/Saccharum-spontaneum.pdf
- United States Department of Agriculture (USDA). 2015. *Saccharum bengalense*. Natural Resources Conservation Service PLANTS Database. USDA
- ‘t Mannetje L., and Jones RM. 1992. Plant Resources of South-East Asia 4, Forages. Bogor, Indonesia. P
- Widyasari, WB. 2016. Pemuliaan Tanaman Tebu: Arah, Strategi dan Permasalahannya. P3GI.
- Zulkarnain, I. 2016. Peraturan Kepala LIPI No 4 Tahun 2016: Organisasi dan Tata Kerja Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi. https://jdih.lipi.go.id/peraturan/2016_perka_4.pdf

Kebijakan Tanaman Tebu terhadap Budaya dan Budi Daya di Lahan Kering

Cane Plant Policy on Culture and Cultivation on Dry Land

Zainol Arifin

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian
Universitas Tribhuwana Tungadewi
Jalan Telaga Warna Blok C Tlogomas Malang 65144

Abstrak. Secara geografis Pulau Madura sangat strategis berada di antara Laut Jawa dan Selat Madura yang menyimpan banyak potensi dan memiliki empat Kabupaten, yakni Bangkalan, Sampang, Pamekasan dan paling ujung timur Kabupaten Sumenep. Khusus untuk Kabupaten Bangkalan dan Sampang berpotensi untuk pengembangan tebu. Kabupaten Bangkalan merupakan daerah dengan wilayah yang paling luas di Madura, yaitu sekitar 130.525 ha. Berdasarkan analisis dan hasil *overlay* peta topografi, iklim, tata guna lahan, *land system*, dan peta rupa bumi Indonesia pulau Madura, serta hasil *ground check* menunjukkan bahwa di Bangkalan terdapat area yang sesuai untuk tanaman tebu seluas ± 43.439 ha atau 33,28% dari luas wilayah Bangkalan. Sedangkan kabupaten Sampang memiliki luas areal sekitar 122.510 ha, dengan lahan yang sesuai untuk tebu ± 42.636 ha atau 34,8%. Tanaman tebu relatif banyak ditanam di beberapa kecamatan di Sampang dibandingkan tiga kabupaten lainnya. Hasil penelitian membuktikan bahwa berdasarkan analisis SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*). Yang *pertama* mempengaruhi terhadap masyarakat petani tebu adalah kebiasaan pola tanam sebesar 60 % yang mengandalkan turun-temurun ada di kebijakan *Perlakuan*. Yang *kedua* mengandalkan daun tembakau sebagai daun emas sebesar 20% ada di kebijakan *peluang*. Sedang yang ketiga dari hasil analisis kebijakan ada pada angka 10% yaitu menunjukkan bahwa *kekuatan* tidak berpengaruh nyata terhadap kondisi dan situasi iklim di daerah sentra penelitian. Dan yang terakhir 10% ada pada *tantangan* dimana masyarakat di daerah tersebut mengabaikan kemajuan dan ketentuan peta wilayah yang sudah sesuai dengan kondisi iklim tersebut walaupun sudah ada sosialisasi. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa kebijakan yang tinggi terdapat pada kebiasaan dan perlakuan sebesar 60% sedang terendah ada pada kekuatan 10% dan tantangan 10%. Saran kepada pemerintah Kabupaten perlu adanya penataan ruang bersama untuk empat Kabupaten di Madura, sehingga tanaman tebu berkembang dan dapat diandalkan untuk percepatan kawasan pertanian.

Kata Kunci: budaya, budi daya tebu, lahan kering

Abstract. Geographically, Madura is very strategically located between the Java Sea and the Madura Strait which holds a lot of potential and has four districts, namely Bangkalan, Sampang, Pamekasan and the easternmost end of Sumenep District. Especially for Bangkalan and Sampang District, it is potential for sugar cane development. Bangkalan Districts is the most extensive area in Madura, which is around 130,525 ha. Based on the analysis and the results of overlaying the topographic, climate, land use, land system, and Indonesian earth map of Madura, the results of the ground check show that Bangkalan has an area suitable for sugarcane crops covering $\pm 43,439$ ha or 33.28% of the Bangkalan area. Whereas Sampang has an area of around 122,510 ha, suitable land for sugar cane is $\pm 42,636$ ha or 34.8%. Sugarcane plants are relatively widely planted in several sub-districts in Sampang compared to the other three districts. The results in the study prove that SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats). The first influence on sugar cane farmers is that the cropping

habits of 60% rely on hereditary policies in the treatment policy. The second relies on tobacco leaves as gold leaf by 20% in the opportunity policy. While the third from the results of the policy analysis is at 10%, which shows that strength does not significantly affect the climate conditions and situation in the research center. And the last 10% is in the challenge where the people in the area ignore the progress and the provisions of the map of the area that are in accordance with the climatic conditions even though there is already socialization. From the results of the study concluded that a high policy contained in the habits and threat of 60% while the lowest was in the strength of 10% and a challenge of 10%. There is space management needed in Madura to accelerate the agricultural area.

Keywords: culture, cane cultivation, dry land

1. Pendahuluan

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) sebagai bahan baku industri gula putih merupakan salah satu komoditas utama tanaman perkebunan di Jawa Timur yang sudah dikembangkan sejak jaman kolonial Belanda yaitu akhir abad XVII. Sebagai basis produksi gula nasional, Jawa Timur memberikan kontribusi 41-45% terhadap total produksi nasional dan 40-44% terhadap total areal pertanaman tebu di Indonesia. Total area pertanaman tebu di Jawa Timur seluas 150 ribu ha dan 120 ha atau 80% diantaranya diusahakan langsung oleh petani Tebu Rakyat (TR). Saat ini terdapat 57 Pabrik Gula (PG) di Indonesia, 31 PG atau 54% diantaranya berada di Jawa Timur (Dinas Perkebunan Jawa Timur, 2002).

Produksi gula dunia pada tahun 2002 mencapai 148 juta ton terdiri atas gula tebu 110 juta ton dan gula bit 38 juta ton. Konsumsi gula dunia mencapai 141 juta ton per tahun (Anonymous, 2002). Kebutuhan gula Indonesia sangat tergantung pada pasar dunia. Produksi gula tahun 2000 sekitar 1,7 juta ton, sedang konsumsi gula mencapai 3,3 juta ton. Kekurangan gula ini diatasi dengan melakukan impor gula sebesar 1,6 juta ton atau sekitar 50 % dari kebutuhan dalam negeri (Hafsa, 2002). Saat ini, Indonesia telah menjadi negara pengimpor gula terpenting di dunia setelah Rusia. Impor gula yang tinggi serta harga gula internasional yang murah telah mempersulit sebagian besar pabrik gula untuk bertahan dalam Industri Gula Nasional (IGN). Di samping itu impor gula yang tinggi merupakan ancaman terhadap kemandirian pangan. Kemandirian pangan sangat penting bagi negara berkembang berpenduduk besar dengan daya beli rendah seperti Indonesia.

Belum terpenuhinya kebutuhan gula dalam negeri oleh produksi gula dalam negeri. disebabkan antara lain oleh rendahnya produksi gula per hektar dan terbatasnya areal pertanaman tebu. Faktor dominan penyebab rendahnya produktivitas tanaman termasuk di dalamnya tebu adalah (a) Penerapan teknologi budi daya di lapangan yang masih rendah; (b)Tingkat kesuburan lahan yang terus menurun (Adiningsih *dkk*, 1994), (c) Eksplorasi potensi genetik tanaman yang masih belum optimal.

Pengendalian gulma yang merupakan bagian dari paket teknologi budi daya tebu adalah salah satu faktor yang menentukan tingkat produktivitas tanaman pertanian, baik yang diusahakan dalam bentuk pertanian rakyat ataupun perkebunan besar. Kerugian akibat gulma terhadap tanaman budi daya bervariasi, tergantung dari jenis tanaman, iklim, jenis gulma, dan praktek pertanian. Di Amerika Serikat besarnya kerugian tanaman budi daya yang disebabkan oleh penyakit 35 %, hama 33 %, gulma 28 % dan nematoda 4 % dari kerugian total. Dalam kurun waktu yang panjang kerugian akibat gulma dapat lebih besar daripada kerugian akibat hama dan penyakit. Di negara yang sedang berkembang, kerugian karena gulma tidak saja tinggi, tetapi juga mempengaruhi persediaan pangan dunia.

Persaingan antara gulma dengan tanaman yang diusahakan dapat menimbulkan kerugian dalam produksi baik kualitas maupun kuantitas. Menurut Cramer (1975) dalam Subagiya, (2005),

kerugian berupa penurunan produksi pada tanaman tebu sebesar 15.7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma branjangan (*Rottboellia cochinchinensis*) yang terdapat di Jawa Barat, Sulawesi Selatan dan Kalimantan Selatan di kebun tebu sangat mengganggu pekerjaan pemeliharaan tebu dan dapat mengurangi bobot tebu sampai 72% (Anonymous, 2004).

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Pamekasan yang berada pada ketinggian 4 m diatas permukaan laut dengan jenis tanah Inceptisol dan suhu rata-rata 28-30°C serta pH 6.5-7.0. Sebelum tanam, tanah diolah dan dibuat alur sebagai lubang tanam. Selanjutnya tanah disiram agar bibit bisa melekat ke tanah. Bibit stek (potongan tebu) ditanam berhimpitan secara memanjang. Bibit diletakkan sepanjang alur (parit), kemudian ditutup tanah setebal 2-3 cm dan disiram. Bibit yang dibutuhkan sekitar 120.000 stek atau bibit per ha. Satu hari setelah tanam dilakukan penyiraman jika tidak turun hujan. Selanjutnya diusahakan agar tanah tidak kering dan tidak terlalu basah.

Sulaman pertama dilakukan 5-7 hari setelah tanam. Bibit rayungan sulaman disiapkan di dekat tanaman yang diragukan pertumbuhannya. Setelah itu tanaman disiram. Penyulaman kedua dilakukan 3-4 minggu setelah penyulaman pertama. Penyiangan gulma dilakukan pada waktu dan cara sesuai perlakuan dengan dosis herbisida amegrass adalah 2 l ha⁻¹ dan Aladin 1,5 l ha⁻¹. Sebelum pembumbunan tanah disiram sampai jenuh agar struktur tanah tidak rusak. Pembumbunan pertama dilakukan pada waktu umur 3-4 minggu. Tebal bumbunan antara 5-8 cm secara merata. Ruas bibit diusahakan tertimbun tanah agar tidak cepat mengering. Pembumbunan kedua dilakukan pada waktu umur 2 bulan. Pembumbunan ketiga dilakukan pada waktu umur 3 bulan.

Pemupukan dilakukan dua kali yaitu (1) saat tanam atau sampai 7 hari setelah tanam yaitu pupuk NPK dengan dosis 3.3 g per tanaman atau 400 kg ha⁻¹ dan (2) pada 30 hari setelah pemupukan ke satu dengan 1,7 gram NPK per tanaman atau 200 kg ha⁻¹ dan 1,7 gram ZA per tanaman atau 200 kg ha⁻¹. Jenis, dosis dan waktu pemupukan mengikuti anjuran dari PTPN X. Pupuk diletakkan di lubang pupuk (dibuat dengan tugal) sejauh 7-10 cm dari bibit dan ditimbun tanah.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Analisa Peluang Tanaman Tebu

Banyak faktor – faktor yang mempengaruhi peluang tanaman tebu di kawasan madura diantaranya faktor internal dan faktor eksternal. faktor internal yaitu faktor-faktor yang berasal dari dalam atau tempat penelitian itu sendiri, terdiri dari kekuatan (S), kelemahan (W) dan faktor eksternal yaitu faktor-faktor yang berasal dari luar tempat penelitian yang terdiri dari peluang (O), ancaman (T).

3.1.1 Faktor Faktor Internal

Faktor-faktor internal adalah faktor-faktor yang berasal dari dalam lingkungan itu sendiri. terdiri dari kekuatan (S), kelemahan (W) :

3.1.1.1 Faktor Kekuatan (S)

Kekuatan (*Strengths*) adalah sumber daya dan keterampilan yang memberikan keunggulan, keuntungan pada tempat penelitian. Adapun faktor yang mempengaruhi di antaranya :

1. Kelompok Tani.

Kelompok Tani adalah kumpulan dari beberapa orang petani, penggarap, pekebun ataupun buruh tani yang memiliki tujuan dan tekad yang sama di dalam kelompok demi untuk mencapai tujuan yang diinginkan bersama di dalam kelompok tani dan untuk memperoleh kesejahteraan hidup para anggota kelompok tani pada khususnya dan masyarakat petani yang lain pada umumnya. Kelompok tani merupakan tempat dimana para petani dapat belajar, motivasi dan memperoleh tambahan ilmu pengetahuan, perkembangan teknologi khususnya di bidang pertanian. Melalui kelompok tani para anggota dapat menyerap beberapa informasi ataupun tukar pikiran sesama anggota kelompok tani dan juga sebagai tempat bermusyawarah antar sesama anggota apabila terdapat suatu permasalahan di dalam kelompok tani.

2. Luasan Lahan Pertanian.

Lahan pertanian merupakan suatu media tanam para petani di dalam menggarap, mengolah lahan pertanian, perkebunan dan kehutanan. Oleh karena itu di Kabupaten Pamekasan yang memiliki 81% dataran-berombak dan 19% tanah berombak-berbukit sangatlah cocok di dalam pengelolaan dan pengembangan pertanian pada umumnya serta pengembangan di sektor perkebunan pada khususnya. Pada tahun 2012 penggunaan lahan di lahan sawah dan tadah hujan terdiri dari tanah kering dan pekarangan dengan luas 189,3 ha, tanah keras seluas 88,0 ha, tanah berpasir atau tanah tandus seluas 5,2 ha, serta lahan yang menggunakan irigasi setengah teknis seluas 5,0 ha, irigasi sederhana seluas 42,0 ha, dan fasilitas umum seluas 1,09 ha, oleh karena itu peluang di dalam penggunaan dan pengolahan lahan pertanian dan perkebunan sangatlah besar.

3. Tanah Yang Sesuai Untuk Tanaman Tebu.

Tanah merupakan media tanam dan tumbuh bermacam macam tanaman yang ada di bumi, khususnya di Kabupaten Pamekasan tanah yang ada sangat cocok terhadap bermacam macam tanaman pangan seperti padi, jagung, singkong, kacang tanah, dan tembakau. Selain dari tanaman pangan tersebut ada juga tanaman buah-buahan yang sangat cocok dan tumbuh berkembang dengan subur yaitu Tanaman Tebu yang sangat berpotensi dan tidak bisa ditiru oleh desa-desa yang lain.

3.1.1.2 Faktor Kelemahan(W).

Kelemahan (weaknesses) adalah keterbatasan atau kekurangan dalam sumber daya dan keterampilan yang secara serius menghambat kinerja suatu usaha yang akan dijalankan. Adapun faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Sistem Pemasaran Tanaman Tebu Secara Tradisional

Pada umumnya penduduk di Lahan yang ditanami tebu memasarkan dan menawarkan hasil panen Tanaman Tebu pada konsumen dengan menggunakan dua cara diantaranya adalah produsen selaku penghasil tanaman tebu menjual tanaman tebu secara keseluruhan pada tengkulak, atau tengkulak mengambil langsung ke rumah konsumen dan ada juga yang memasarkan hasil panen yang sudah masak di pinggir pinggir jalan raya diantaranya penghubung antara kecamatan pakong dan kecamatan pegantenan. Inilah yang menjadi titik lemah di dalam pemasaran tanaman tebu penduduk yang mana penduduk tidak bisa memperoleh keuntungan secara maksimal terhadap penjualan tanaman tebu.

2. Petani Tanaman Tebu Tidak Melakukan Perawatan Secara Intensif.

Dari hasil pengamatan di lapangan terhadap sistem perawatan tanaman tebu, tebu ditanam pada awal musim penghujan dengan cara yang alami yaitu menggunakan bibit yang diberikan oleh pemerintah pada lahan pekarangan yang ada di sekeliling rumahnya, selama pertumbuhan tanaman tebu di biarkan tumbuh berkembang sendiri dan tidak ada perawatan sama sekali sampai tanaman mulai bisa dipanen.

3. Penggunaan Varietas atau Tebu Tidak Unggul.

Umumnya tanaman tebu yang ada bibitnya tidak unggul. Penduduk menanam dan mengembangbiakkan tanaman tebu dengan cara menanam batang tanaman tebu lokal yang dihasilkan. Dan ada sebagian petani yang sudah menggunakan bibit unggul akan tetapi hasilnya masih belum bisa diketahui dan dinikmati masyarakat sepenuhnya karena batang tebu masih belum panen dan umur tanaman berkisar 4-5 tahun. Sekitar 700 tanaman tebu yang tersebar di beberapa dusun di Pamekasan 90 % tanaman biasa dan tidak unggul, dan sekitar 10 % tanaman muda yang tersebar sudah menggunakan benih unggul.

4. Lahan Pekarangan Sebagai Tempat Menanam Tanaman Tebu.

Lahan pertanian di Kawasan Madura sangat luas yang pemanfaatannya fokus pada tanaman pangan, sayuran, dan palawija yang potensinya tidak sebaik tanaman buah-buahan atau tebu. Penduduk menganggap tanaman buah buahan tersebut hanya tanaman musiman yang hasilnya dapat dinikmati dalam satu tahun sekali dan penanamannya hanya mengandalkan pekarangan rumah penduduk.

5. Kurangnya Modal di Dalam Budi Daya dan Usaha Tanaman Tebu.

Modal merupakan unsur penting dalam suatu usaha dan keterbatasan modal usaha akan menghambat jalannya suatu usaha, dengan modal yang sangat kecil para pembudidaya tanaman tebu tidak bisa mengembangkan usaha secara berkelanjutan dan hasil dari penjualan tanaman tebu tidak bisa mencukupi kebutuhan keluarga sehari hari.

3.1.2 Faktor-Faktor Eksternal.

Faktor Eksternal adalah suatu faktor yang datang dari luar lingkungan petani. Adapun faktor yang mempengaruhi terdiri dari peluang (O) dan ancaman (T).

3.1.2.1 Faktor Peluang (O)

Peluang (Opportunities) adalah situasi penting yang menguntungkan di dalam suatu usaha. Terdiri dari beberapa faktor diantaranya:

1. Permintaan Tanaman Tebu Meningkat.

Permintaan adalah keinginan konsumen untuk membeli suatu barang pada berbagai tingkat harga selama periode waktu tertentu, saat ini keinginan konsumen akan kebutuhan suatu barang sangat meningkat baik itu barang kebutuhan keluarga maupun kebutuhan sehari hari. Pada saat panen tiba khususnya di sektor buah-buahan konsumen antusias di dalam membeli dan mengonsumsi buah buahan seperti tanaman tebu. Dari hasil pengamatan di lapangan akan permintaan tanaman tebu dari tahun ke tahun sangat meningkat, konsumen membutuhkan tanaman tebu untuk di konsumsi dan untuk dibuat oleh oleh ke luar daerah, oleh karena itu tanaman tebu kewalahan dalam menyediakan kebutuhan konsumen dan tengkulak yang datang langsung ke tempat penjualan tanaman tebu.

2. Lahan Pertanian Luas.

Lahan pertanian yang luas akan mempengaruhi hasil pertanian Pamekasan. Luas lahan garapan yang luasnya berkisar 375,29 ha sangatlah berpengaruh terhadap produktivitas lahan dan produksi pertanian di Pamekasan. Pemanfaatan lahan yang ada hanya fokus pada tanaman pangan, sedangkan untuk tanaman buah-buahan yang peluang usahanya sangat besar sebagian besar penduduk hanya mengandalkan lahan pekarangan rumah untuk ditanami buah rambutan dan tanaman tebu.

3. Kualitas Tanaman Tebu yang Bagus.

Tanaman tebu di daerah sentra tebu kualitasnya sudah tidak bisa diragukan lagi dan merupakan ciri khas dari tanaman tebu yang dihasilkan di kawasan pulau Madura. Akan tetapi keberadaan tanam tebu yang sedikit dengan hasil yang tidak menentu mengakibatkan produsen selaku pemilik dan penghasil tanaman tebu tidak bisa memenuhi kebutuhan konsumen dan pedagang baik yang datanganya dari dalam maupun dari luar daerah.

4. Pemanfaatan Lahan Pertanian Menjadi Lahan Perkebunan.

Lahan yang luas sangatlah besar manfaatnya, selain digunakan untuk lahan pertanian yang sangat cocok untuk tanaman pangan seperti padi, jagung, singkong, tembakau dan sayur sayuran, selain tanaman pangan lahan yang ada juga sangat cocok untuk tanaman tebu yang penanamannya hanya mengandalkan lahan pekarangan rumah penduduk. Peralihan penanaman tanaman tebu yang ada di pekarangan rumah ke lahan pertanian akan membuka suatu peluang usaha yang sangat besar bagi penduduk desa maupun pengelola usaha.

Teknologi budi daya tanaman tebu bisa di kembangkan seperti pembibitan dan perawatan.

Pertanian dan perkebunan di masa akan datang memerlukan teknologi tepat guna dan memperhatikan aspek keamanan hasil produksi pertanian dan perkebunan untuk di konsumsi dan ramah lingkungan. Teknologi yang bisa di kembangkan antara lain bibit unggul untuk memperoleh hasil produksi yang maksimal, pengolahan, perawatan tanaman tebu untuk menjaga kelestarian tanaman agar tidak cepat mati dan penggunaan pupuk organik untuk menjaga kesuburan tanah.

3.1.2.2 Faktor Ancaman (T).

Ancaman adalah situasi penting yang tidak menguntungkan dalam lingkungan suatu perusahaan atau tempat penelitian. Terdiri dari:

1. Cuaca dan Curah Hujan akan Menentukan Produksi Tanaman Tebu.

Cuaca dan curah hujan adalah salah satu faktor alam yang tidak bisa ditafsirkan keberadaannya serta kondisinya yang tidak menentu dan tidak pasti akan mempengaruhi terhadap produksi buah buahan khususnya pada tanaman tebu cuaca dan curah hujan sangatlah berpengaruh terhadap produksi buah yang dihasilkan, apabila curah hujan tinggi kualitas buah sangat rendah dan rasanya tidak begitu manis serta buah cepat busuk.

2. Hama dan Penyakit.

Serangan hama dan penyakit akan menyebabkan produksi yang dihasilkan menurun bahkan akan gagal panen, hal ini dapat diatasi dengan cara perawatan, pengawasan secara intensif terhadap kondisi pohon dan buah yang dihasilkan.

3. Irigasi Yang Tidak Lancar.

Pengairan yang tidak lancar akan mempengaruhi produksi pertanian dan buah buahan terutama pada musim kemarau dan akan menjadi faktor penghambat dalam budi daya dan pengembangan usaha tani.

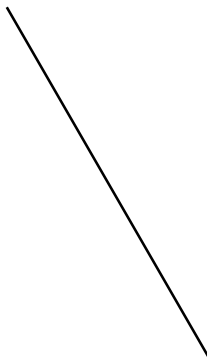
4. Biaya Produksi Yang Semakin Besar.

Banyak faktor-faktor produksi yang diperlukan di dalam usaha tani, diantaranya tenaga kerja, sarana produksi dan pendukung di dalam usaha dan budi daya pertanian dan perkebunan. Setiap tahun nilai atau harga dari sarana produksi dan pendukung usaha tani meningkat, hal ini akan mempengaruhi petani dan pembudidaya tanaman tebu di dalam mengelola dan mengembangkan usaha yang berkelanjutan.

3.2. Alternatif Kebijakan Peluang Tanaman Tebu di Kawasan Madura

Berdasarkan hasil identifikasi SWOT terhadap peluang tanaman tebu di Kabupaten Pamekasan, maka terdapat berbagai kemungkinan alternatif strategi dibuat dengan menggunakan matrik SWOT, seperti pada tabel di bawah ini:

Analisa dan Strategi SWOT Faktor-Faktor Internal dan Faktor-Faktor Eksternal Peluang Tanaman Tebu.

<p>Faktor Internal</p>  <p>Faktor eksternal</p>	<p>Kekuatan(S)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ada kelompok tani • Jumlah penduduk meningkat • Lahan pertanian luas • Terdapat dua sumur bor • Tanah cocok pada tanaman Tanaman Tebu 	<p>Kelemahan (W)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistem pemasaran tanaman tebu tradisional • Petani tanaman tebu tidak melakukan perawatan secara intensif. • Penggunaan bibit tidak unggul. • Lahan pekarangan sebagai tempat menanam tanaman tebu. • Kurangnya modal dalam usaha tani
<p>Peluang (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kebiasaan petani. • Lahan pertanian yang luas • Kualitas tanaman tebu yang bagus. • Pertumbuhan penduduk meningkat • Pemanfaatan lahan pertanian menjadi lahan perkebunan. • Teknologi budi daya bisa dikembangkan. 	<p>Strategi S-O</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan pembinaan petani melalui kelompok tani yang ada yang dilakukan secara intensif dan berkesinambungan. • Pemanfaatan lahan pertanian secara optimal • Mengoptimalkan dua sumur bor yang ada. • Penanaman tanaman tebu secara serentak melalui pembinaan kelompok tani 	<p>Strategi W-O</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan kemampuan kelompok tani dalam penerapan teknologi baru dalam budi daya tanaman tebu. • Meningkatkan peranan kelompok tani agar SDM petani meningkat. • Melalui kelompok tani pemasaran tanaman

		tebu bisa dilakukan secara berkelompok.
Ancaman (T) <ul style="list-style-type: none"> • Cuaca dan curah hujan. • Hama dan penyakit. • Pencuri. • Irigasi yang tidak lancar. • Biaya produksi semakin besar dan meningkat. 	Strategi S-T <ul style="list-style-type: none"> • Pemberdayaan kelompok tani untuk meningkatkan dan pemanfaatan SDA yang ada melalui teknologi baru yang berkembang. • Pengembangan usaha tani melalui kegiatan kelompok tani. 	Strategi W-T <ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan pengembangan usaha dan teknologi baru di bidang pertanian dan perkebunan. • Pemberdayaan kelompok tani untuk mengembangkan usaha baru di bidang pertanian dan perkebunan.

Melalui matrik SWOT di atas maka dapat di simpulkan sebuah strategi sebagai berikut:

3.2.1 Strategi Kekuatan – Peluang (S-O)

Strategi Kekuatan-Peluang (S-O) dibuat dengan cara memanfaatkan kekuatan untuk merebut dan memanfaatkan peluang yang ada. Di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan Pembinaan Petani Melalui Kelompok Tani yang Ada, yang dilakukan Secara Intensif dan Berkesinambungan.

Pembinaan petani melalui kelompok tani yang dilakukan secara intensif dan berkesinambungan dapat meningkatkan sumber daya manusia (SDM) petani yang siap latih di dalam menghadapi perkembangan teknologi baru ataupun permasalahan yang ada khususnya di bidang pertanian dan perkebunan. Penyuluh pertanian merupakan unsur yang sangat penting di dalam sebuah kelompok tani untuk menyampaikan informasi informasi dan teknologi baru yang berkembang di bidang pertanian dan perkebunan, melalui kelompok tani dan penyuluh pertanian petani dan pekebun dapat mengelola dan mengembangkan usaha pertanian dan perkebunan ke arah yang lebih baik, petani tidak hanya menghasilkan produk pertanian saja melainkan dapat mengolah hasil pertanian untuk dapat meningkatkan dan merubah taraf hidup masyarakat petani.

2. Pemanfaatan Lahan Pertanian Secara Optimal.

Pemanfaatan lahan pertanian secara optimal yang ada, khususnya di Kabupaten Pamekasan sangatlah besar pengaruhnya terhadap pengembangan dan pengelolaan usaha di bidang pertanian pada umumnya dan perkebunan pada khususnya, lahan yang ada amat dan sangatlah cocok ditanami Tanaman Tebu akan tetapi penanamannya hanya mengandalkan lahan pekarangan rumah penduduk. Melalui kelompok tani yang didampingi oleh penyuluh pertanian dan perkebunan, penduduk selaku pembudidaya tanaman tebu bisa menerapkan sistem tanam pada lahan pertanian yang tersebar di Kabupaten Pamekasan yang bertujuan untuk meningkatkan dan mengembangkan budi daya tanaman tebu di lahan pertanian agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen akan tanaman tebu.

3. Mengoptimalkan Dua Sumber Mata Air (Sumur Bor) yang Ada.

Air sangatlah dibutuhkan oleh petani dan pekebun pada khususnya untuk keperluan budi daya, petani akan memanfaatkan dan mengelola sumber daya alam (SDA) yang ada untuk kesejahteraan petani, irigasi yang lancar akan membantu petani dan pekebun untuk mengembangkan usaha tani sesuai dengan yang diinginkan.

4. Penanaman Tanaman Tebu Secara Serentak Melalui Pembinaan dari Kelompok Tani.

Penanaman tebu secara serentak di Desa Tebul Timur sangatlah efisien mengingat tanah yang ada sangatlah cocok untuk ditanami tebu yang di dukung oleh luas lahan pertanian yang ada dan sumber mata air yang cukup tersedia serta keberadaan kelompok tani dan penyuluh pertanian yang siap membina petani dan pembudidaya tanaman tebu di dalam mengelola dan menanam tanaman tebu. Penanaman secara serentak akan membuat pembudidaya dan penyuluh pertanian mudah berinteraksi serta berkonsultasi jika ada permasalahan dalam pengembangan, budi daya dan perawatan tanaman tebu.

3.2.2 Strategi Kelemahan – Peluang (W-O)

Strategi Kelemahan – Peluang (W-O) dibuat dengan cara meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang yang ada, antara lain:

1. Meningkatkan Kemampuan Kelompok Tani Dalam Penerapan Teknologi Baru Dan Perawatan Tanaman Tebu.

Kelompok tani merupakan tempat proses belajar dan kerja sama antar petani yang didampingi oleh penyuluh pertanian yang berwenang. Sebagai tempat belajar, pengetahuan dan keterampilan petani akan bertambah sedangkan sebagai wadah kerjasama, petani dapat menghadapi dan mengatasi permasalahan di dalam kelompok tani ataupun para anggota karena keterbatasan yang di miliki oleh petani. Petani akan mampu mengelola hal hal yang berkaitan dengan usaha tani diantaranya pengadaan modal dan pengelolaan kredit serta pemasaran. Kegiatan yang dilakukan bersama akan lebih efisien dan mudah daripadadilakukan secara individu.

2. Meningkatkan Peranan Kelompok Tani Agar Sumber Daya Manusia (SDM) Petani Meningkat.

Selama ini kemampuan petani di dalam berusaha tani dilakukan secara tradisional berdasarkan pengalaman turun temurun di dalam hal mengolah, menggarap lahan pertanian maupun hasil panen yang di dapat. Dengan adanya kelompok tani yang didampingi oleh penyuluh pertanian dan sering melakukan penyuluhan secara intensif dan berkesinambungan akan meningkatkan pengetahuan dan sumber daya manusia (SDM) petani. Pelatihan dan praktek lapang sangat di perlukan untuk mempercepat penerapan teknologi budi daya yang tepat guna sehingga akan dapat membantu petani di dalam meningkatkan produksi dan kualitas hasil pertanian dan perkebunan.

3. Melalui Kelompok Tani Sistem Pemasaran Tradisional Bisa Diubah Menjadi Pemasaran Modern.

Saat musim panen tebu tiba, sistem pemasaran yang dilakukan penduduk adalah dengan cara menjual hasil tebu secara keseluruhan kepada tengkulak, atau dipasarkan di pinggir-pinggir jalan raya yang dilakukan secara individu. Oleh karena

itu dengan adanya kelompok tani pembudidaya tanaman tebu bisa berinovasi, bersatu dan berkelompok di dalam memasarkan tanaman tebu.

3.2.3 Strategi Kekuatan – Ancaman (S-T)

Strategi Kekuatan – Ancaman (S-T) dibuat dengan cara menggunakan kekuatan yang ada untuk mengatasi ancaman, antara lain:

1. Pemberdayaan Kelompok Tani Untuk Meningkatkan Pemanfaatan Sumber Daya Alam (SDA) Yang Ada Melalui Teknologi Baru Yang Berkembang.

Pembinaan dan pendampingan kelompok tani di harapkan dapat mengubah perilaku dan sikap petani maupun pembudidaya ke arah yang lebih baik. Petani bisa mengubah dan memanfaatkan sumber daya yang ada untuk mendukung usaha tani dan budi daya yang dilakukan, misalnya pembudidaya tanaman tebu bisa melakukan perawatan tanaman secara intensif serta penggunaan pupuk dan benih varietas unggul.

2. Pengembangan Usaha Tani Melalui Kegiatan Kelompok Tani.

Pengembangan usaha tani melalui kegiatan kelompok tani yang dilakukan dengan berkelompok dapat menguntungkan petani karena dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan produktivitas yang lebih tinggi, misalnya dalam pengolahan lahan, pengadaan sarana produksi, bibit unggul, pupuk maupun sarana pendukung yang lain.

3.2.4 Strategi Kelemahan – Ancaman (W-T)

Strategi Kelemahan – Ancaman (W-T) dibuat dengan cara meminimalkan kelemahan yang ada, serta menghindari ancaman, atau mengubah kelemahan menjadi kekuatan, dan mengubah ancaman menjadi peluang, antara lain:

1. Meningkatkan Pengembangan Usaha Tani dan Pengembangan Usaha Baru di bidang Pertanian Dan Perkebunan.

Melalui kelompok tani, petani akan mendapatkan informasi baru tentang teknologi baru yang berkembang seperti pengolahan lahan dan perawatan serta pemupukan yang baik. Pembudidaya tanaman tebu juga bisa memilih bibit unggul yang cocok dengan tanah yang tersedia serta bisa memperbanyak pohon dengan cara menanam dengan biji (generatif), dan secara vegetatif ini dapat dilakukan dengan cangkok, okulasi, penyusunan dan penyambungan. Selain dapat digunakan sendiri oleh petani dan pembudidaya bibit unggul yang sudah siap tanam bisa dijual sehingga menambah penghasilan dan membuka lapangan pekerjaan.

2. Pemberdayaan Kelompok Tani untuk Mengembangkan Usaha Pertanian dan Perkebunan.

Kelompok tani yang mandiri akan menciptakan petani yang berwawasan luas dan berjiwa agribisnis sehingga dapat memanfaatkan lahan pertanian dengan sistem tanam tumpangsari, lahan yang sudah ditanami tanaman tebu juga bisa ditanami tanaman pangan seperti kacang tanah, singkong, dan sayur sayuran.

3.2.5 Strategi Peluang Tanaman Tebu di Kabupaten Pamekasan.

Berdasarkan matrik SWOT dan analisis SWOT, maka diperoleh sebuah gambaran tentang peluang tanaman tebu Kabupaten Pamekasan.

Faktor-Faktor Internal.	
Faktor-faktor internal	Persentase(%)
A. Kekuatan.	
1. Kebiasaan kelompok tani.	95,3
2. Jumlah penduduk meningkat.	88
3. Lahan pertanian luas.	94
4. Terdapat sumur bor.	82
5. Tanah yang sesuai untuk tanaman tebu.	97,7
	91,4
B. Kelemahan.	
1. Sistem pemasaran tanaman tebu secara tradisional.	83,3
2. Petani tanaman tebu tidak melakukan perawatan secara intensif.	85,3
3. Penggunaan bibit/pohon tanaman tebu tidak unggul	96
4. Lahan pekarangan sebagai tempat menanam tanaman tebu.	54,7
5. Kurangnya modal di dalam budi daya dan usaha tanaman tebu.	75,3
	78,92

Bahwa hasil penelitian dan pengisian daftar pertanyaan (kuesioner) ke 30 responden terhadap faktor internal yang terdiri dari 5 (lima) faktor – faktor kekuatan yang ada terhadap peluang tanaman tebu di Kabupaten Pamekasan adalah sebesar 91,4% yang diperoleh dari beberapa faktor diantaranya: 1) Kelompok tani, 2) Jumlah penduduk meningkat, 3) Lahan pertanian, 4) Sumur bor, 5) Tanah yang sesuai untuk tanaman tebu. Sedangkan pada faktor kelemahan yang terdiri dari 5 (lima) faktor yang dihasilkan adalah sebesar 78,92 % yang diperoleh dari beberapa faktor diantaranya: sistem pemasaran tanaman tebu secara tradisional, petani tanaman tebu tidak melakukan perawatan secara intensif, penggunaan benih/ tanaman tebu belum unggul, lahan pekarangan sebagai tempat menanam tanaman tebu, kurangnya modal di dalam budi daya dan usaha tanaman tebu.

Bahwa hasil penelitian dan pengisian daftar pertanyaan (kuesioner) ke 30 responden terhadap faktor eksternal yang terdiri dari 6 (enam) faktor – faktor peluang yang ada terhadap peluang tanaman tebu di Kabupaten Pamekasan adalah sebesar 86,85% adapun faktor yang mempengaruhi terdiri dari 1) Kebiasaan masyarakat petani, 2) Lahan pertanian yang luas, 3) Kualitas Tanaman Tebu bagus, 4) Pertumbuhan penduduk meningkat, 5) Pembuatan lahan pertanian menjadi lahan perkebunan, 6) Teknologi budi daya tanaman tebu bisa di kembangkan seperti perawatan dan pembibitan. Sedangkan pada faktor ancaman yang terdiri dari 5 (lima) faktor yang dihasilkan adalah sebesar 61,18% adapun faktor yang mempengaruhi terdiri dari: 1) Cuaca dan curah hujan akan menentukan produksi tanaman tebu, 2) hama dan penyakit, 3) irigasi yang tidak lancar, 4) biaya produksi yang semakin besar.

Faktor – faktor internal menunjukkan bahwa peluang tanaman tebu di Kabupaten Pamekasan bisa di kembangkan dan ditingkatkan dengan cara memanfaatkan kekuatan yang ada dan tersedia dan meminimalkan kelemahan yang timbul di suatu wilayah tertentu dengan persentase sebesar 9,14 %. Faktor – faktor eksternal menunjukkan bahwa suatu peluang tanaman tebu dapat ditingkatkan dengan cara memanfaatkan peluang yang ada dan meminimalkan ancaman yang datangnya dari luar suatu wilayah atau tempat penelitian

dengan persentase sebesar 86,85 %. Oleh karena itu strategi yang digunakan di dalam suatu peluang tanaman tebu di Kabupaten Pamekasan adalah strategi Kekuatan – Peluang (S-O). Strategi ini dibuat dengan cara memanfaatkan kekuatan untuk merebut dan memanfaatkan peluang yang ada dan menghadapi serta mengatasi ancaman. Strategi yang digunakan antara lain :

1. Meningkatkan pembinaan petani melalui kelompok tani yang ada, yang dilakukan secara intensif dan berkesinambungan.
2. Memanfaatkan lahan pertanian secara optimal dan mengoptimalkan dua sumber mata air (sumur bor) yang ada dan tersedia.
3. Penanaman tebu secara serentak melalui pembinaan dari kelompok tani.

Faktor-Faktor Eksternal.

Faktor-Faktor Eksternal		Persentase(%)
A. Peluang.		
1.	Kebiasaan masyarakat.	98
2.	Lahan pertanian yang luas.	89,3
3.	Kualitas tanaman tebu bagus.	94
4.	Pertumbuhan penduduk meningkat.	74,5
5.	Pembuatan lahan pertanian.	73,3
6.	Teknologi budi daya tanaman tebu bisa di kembangkan seperti perawatan dan pembibitan.	92
Jumlah		86,85
B. Ancaman.		
1.	Cuaca dan curah hujan akan menentukan produksi tanaman tebu.	77,3
2.	Hama dan penyakit.	56
3.	Pencuri menjadi penyebab gagal panen tanaman tebu.	43,3
4.	Irigasi yang tidak lancar.	62
5.	Biaya produksi yang semakin besar.	67,3
Jumlah		61,18

Pembinaan petani yang dilakukan secara intensif dan berkesinambungan melalui kelompok tani yang ada yang didampingi oleh penyuluh pertanian akan meningkatkan kemampuan dan keterampilan para petani, keberadaan kelompok tani sangat dibutuhkan oleh petani karena kelompok tani merupakan tempat berkumpul dan bertukar pikiran antar petani, di dalam kelompok tani petani bisa mengembangkan pertanian dengan bersama sama untuk mencapai tujuan yang diinginkan dan diharapkan para petani.

Kelompok tani merupakan wadah para petani untuk memperoleh dan menambah informasi, ilmu pengetahuan yang berkembang serta perkembangan teknologi khususnya di bidang pertanian dan perkebunan, melalui kelompok tani petani juga bisa memperoleh bantuan ataupun penyuluhan dari dinas pertanian baik berupa sarana prasarana di bidang pertanian dan perkebunan ataupun alat pendukung seperti alat bajak sawah (traktor) dan bibit unggul dari Badan Pengawas dan Sertifikasi Benih (BPSB). Petani yang didampingi oleh penyuluh

dari dinas pertanian dan perkebunan dapat mengembangkan dan meningkatkan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang siap menghadapi rintangan dan permasalahan yang timbul serta dapat memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia secara maksimal.

Kelompok tani dapat di kembangkan menjadi kelompok usaha bersama dengan cara melakukan pembinaan dan pengembangan usaha tani yang berwawasan agribisnis, petani tidak hanya menanam dan mengolah lahan serta memakan hasil pertanian melainkan petani bisa mengolah dan berinovasi sehingga nilai tambah akan diperoleh oleh petani dan akan meningkatkan taraf hidup petani.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa kebijakan yang tinggi terdapat pada kebiasaan dan perlakuan sebesar 60% sedang terendah ada pada kekuatan 10% dan tantangan 10%. Saran kepada pemerintah Kabupaten perlu adanya penataan ruang bersama untuk empat Kabupaten di pulau Madura, sehingga tanaman tebu berkembang dan dapat diandalkan untuk percepatan kawasan pertanian.

5. Daftar Pustaka

- Adiningsih, J.S., M. Soepartini, A. Kusno, Mulyadi, dan W. Hartati. 1994. Teknologi Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sawah dan Lahan Kering. Prosiding Temu Konsultasi Sumberdaya Lahan Untuk Pembangunan Kawasan Timur Indonesia di Palu 17-20 Januari 1994.
- Anonymous. 2002. White Sugar Background Information. LIFFE-Sugar Association. <http://www.liffe.com/products/commodities/background/sugr/htm>. Diakses 28 Oktober 2004.
- Anonymous. 2004. Penelitian Tebu. http://ipard.com/penelitian/penelitian_gula.asp. Diakses 9 Juni 2006.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2012. ditjenbun@deptan.go.id. Departemen Pertanian.
- Bambang Tri Cahyono. 1983. Manajemen Pemasaran, Analisa Perilaku Konsumen, Edisi pertama, BPFE, Yogyakarta.
- Daryanto. 2003. Budidaya Tanaman Perkebunan. PT Remaja Rosda Karya : Bandung.
- Disbunjatim. 2012. Pengembangan Tebu di Madura Menjanjikan. www.disbunjatim.go.id. Disbunjatim, Surabaya.
- _____. 2012. Luas Areal dan Produksi Tanaman Tebu, Disbunjatim, Surabaya
- Djarwoto dan Pangestu. 1995. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek. Bandung : Rhineka.
- Hadi. 1989: Metodologi Research, Jilid I. Yogyakarta, Andi Offset.
- Hafsah, M.J. 2002. Bisnis Gula di Indonesia. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. Hal.25.
- Haryadi, S. S. 1984. Pengantar Agronomi. Gramedia. Jakarta
- Klingman, G. C. and D.D. Kaufman. 1976. Herbicides Chemistry, Degradation and Mode of Action. Vol 1-2 Marcel Dekker Inc. New York.
- Martono, E. 2005. Perlindungan Tanaman Usaha Mengamankan Produksi Pertanian. E-Learning Edhi Martono. http://edmart.staff.ugm.ac.id/detailarticle.php?mesid=6&kata_kunci=Perlindungan%20Tanaman#_ftn1 Diakses 9 Juni 2006.
- Moenandir, J dan H. Santoso. 1999. Uji Kompetisi dua Varietas Kedelai dan Gulma Grinting pada Tanah Alluvial. *Agrivita*. 16 (2): 120-123.
- Moenandir, J. 1988. Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma. Rajawali Press. Jakarta. 122 hal.
- Noor, E. S. 1997. Pengendalian Gulma di Lahan Pasang Surut. Proyek Penelitian Pertanian Rawa Terpadu-ISDP. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Notojoewono. 1981. Berkebun Tebu Rakyat Intensifikasi. BPU-PPN Gula Inspeksi. Surabaya.
- Pabundu Tika. 2005. Metode Penelitian. Jakarta, Gramedia
- Rajawali Nusantara Indonesia. 2005. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman. Jakarta.
- Sebayang, H.T., A. Nugroho dan S. Indrayana. 1998b. Pengaruh Jenis dan Populasi Gulma Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.). *Habitat*. 9 (104): 13-16.
- Sebayang, H.T., T. Sumarni dan J. Hidayat. 1998a. Pengaruh Gulma *Mimosa pudica* L. dan *Mimosa invisa* Mart. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Habitat*. 10 (104): 48-54
- Singgih Santoso. 2002. Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik, Alex Media Komputindo, Jakarta.
- _____. 2005. Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik, Alex Media Komputindo, Jakarta.
- Soejono, A.T. 2006. Pengendalian Gulma Perlu Dukungan Ilmiah. Kedaulatan Rakyat Online. <http://222.124.164.132/article.php?sid=56514>. Diakses 20 Juni 2006.
- Soepardiman. 1983. Bercocok Tanam Tebu. Lembaga Pendidikan Perkebunan. Yogyakarta. Hal. 80.
- Subagiya. 2005. Dasar Perlindungan Tanaman. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. <http://fp.uns.ac.id/~hamasains/dasarperlitan-4.htm>. Accessed July 9, 2006.
- Subiyono dan Rudi Wibowo. 2005. Agribisnis Tebu, PERHEPI, Jakarta.
- Sugiyono. 2001. Metode Penelitian Administrasi, Alfabeta : Bandung.
- _____. 2002. Metode Penelitian Administrasi, Alfabeta : Bandung.
- Widaryanto, E., L. Soetopo dan R. D. Andayani. 2001. Pengaruh Sistem Pengendalian Gulma terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bunga Gladiol (*Gladiolus hybridus* L.). *Agrivita*. 18 (1): 14-20.
- Yunus, A. 2000. Pengaruh Ekstrak *Fusarium moniliforme* Terhadap Pertumbuhan dan Resistensi Tanaman Tebu Terhadap Penyakit Pokkah Boeng. *Agrosains*. 2 (1): 1-9.

Kinerja Produksi Tebu pada Berbagai Teknologi Sistem Tanam di Kabupaten Blora Jawa Tengah

Performance of Cane Production in Various Planting System Technology in Blora Central Java District

Budi Hartoyo dan Harwanto

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah Jl. Soekarno-Hatta Km. 26.No. 10
Bergas, Kabupaten Semarang 50552, email : budyh4r@gmail.com

Abstrak. Pemerintah menargetkan produksi gula tebu mencapai 2,97 juta ton pada tahun 2015. Jumlah tersebut terus meningkat menjadi 3,27 juta ton pada tahun 2016 dan selanjutnya ditargetkan 3,82 juta ton pada tahun 2019. Upaya untuk mempercepat capaian target tersebut dapat dilakukan melalui upaya peningkatan kinerja produktivitas budi daya tebu rakyat. Saat ini, rata-rata produktivitas perkebunan tebu rakyat adalah 72 ton ha⁻¹. Pemasyarakatan inovasi teknologi dalam model pengembangan tebu dengan mensinergikan penggunaan varietas unggul dan bahan tanaman bermutu, penggunaan bahan organik, sistem tanam, serta pemeliharaan tanaman intensif diharapkan mampu meningkatkan produktivitas tebu. Tujuan kajian ini adalah untuk melihat pengaruh cara tanam tebu terhadap pertumbuhan dan produksi tebu rakyat. Pengkajian dilaksanakan di desa Gedangdowo, Kecamatan Jepon, Kabupaten Blora pada luasan lahan 3 hektar selama 3 tahun (2015-2017). Inovasi teknologi cara tanam yang diimplementasikan antara lain: cara tanam juring tunggal, juring ganda, dan juring tunggal eksisting petani sebagai kontrol. Varietas tebu yang ditanam adalah varietas PS.862. Keragaan produksi tebu dari ketiga cara tanam selama 3 tahun menunjukkan bahwa cara tanam juring ganda memberikan produktivitas tertinggi dibandingkan cara tanam yang lain, produktivitas tebu dengan cara tanam juring ganda mencapai 129,12 ton ha⁻¹, 134,21 ton ha⁻¹ dan 114,20 ton ha⁻¹; cara tanam juring tunggal produktivitas mencapai 111,81 ton ha⁻¹; 129,86 ton ha⁻¹ dan 98,80 ton ha⁻¹; untuk cara tanam eksisting produktivitas tebu mencapai 91,78 ton ha⁻¹; 89,40 ton ha⁻¹ dan 69,40 ton ha⁻¹ masing-masing pada tahun pertama, tahun kedua dan tahun ketiga. Produktivitas tebu tertinggi ditunjukkan pada kepras/rawat ratoon ke 1 (tahun ke dua), sedangkan pada tahun ketiga produktivitas cenderung menurun pada semua perlakuan cara tanam.

Kata kunci: kinerja produksi, tebu, cara tanam

Abstract. The government targets sugarcane production to reach 2.97 million tons in 2015. The number continues to increase to 3.27 million tons in 2016 and then is targeted at 3.82 million tons in 2019. Efforts to accelerate the achievement of these targets can be done through efforts improvement in the productivity performance of the people plantations of sugarcane cultivation. At present, the average productivity of sugarcane plantations is 72 tons ha⁻¹. Correctional technological innovation in the sugarcane development model by synergizing the use of superior varieties and quality plant materials, the use of organic materials, planting systems, and maintenance of intensive plants are expected to increase productivity of sugarcane. The purpose of this study is to see the effect of sugarcane planting methods on the performance of the growth and production of sugarcane. The assessment was

carried out in the village of Gedangdowo, Jepon Subdistrict, Blora Regency in an area of approximately 3 hectares for 3 years (2015-2017). The technological innovations of planting methods that have been implemented include: the method of planting single row, double row, and single row-existing planting farmers as controls. Sugarcane variety planted is PS.862. The performance of sugarcane production from the three planting methods for 3 years showed that the double row method provided the highest productivity compared to other planting methods, the productivity of sugarcane by double row planting reached 129.12 tons ha^{-1} , 134.21 tons ha^{-1} and 114.20 tons ha^{-1} ; the method of single row planting is 111.81 tons ha^{-1} , 129.86 tons ha^{-1} and 98.80 tons ha^{-1} ; for the existing planting method the productivity of sugarcane reaches 91.78 tons ha^{-1} , 89.40 tons ha^{-1} and 69.40 tons ha^{-1} each in the first year, second year and third year. The highest productivity of sugarcane was shown in the first ratoon treatment (second year), whereas in the third year productivity tended to decrease in all planting methods.

Keywords: production performance, sugarcane, planting method

1. Pendahuluan

Pemerintah menargetkan produksi gula tebu mencapai 2,97 juta ton pada tahun 2015. Jumlah tersebut terus meningkat menjadi 3,27 juta ton pada tahun 2016 dan selanjutnya ditargetkan 3,82 juta ton pada tahun 2019 (Dirjenbun, 2015). Upaya untuk mempercepat capaian target tersebut dapat dilakukan melalui upaya peningkatan efisiensi budi daya tebu rakyat. Saat ini, rata-rata produktivitas perkebunan tebu rakyat adalah 72 ton/ha dengan rendemen 7,69%. Untuk mencapai swasembada, produktivitas yang perlu dicapai adalah minimal 120 ton/ha dengan rendemen di atas 9% (Puslitbangbun, 2015).

Strategi untuk mencapai swasembada gula dapat ditempuh melalui (1) Penguatan Teknologi, seperti penerapan inovasi teknologi baik untuk bongkar ratoon maupun pemeliharaan ratoon; (2) penguatan manajemen; serta (3) pemberdayaan petani. Pencapaian swasembada gula tidak hanya bertumpu pada perluasan areal tanam, akan tetapi juga diharapkan berasal dari peningkatan produktivitas tebu dan rendemen gula. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui sentuhan inovasi teknologi. Sehubungan dengan hal tersebut, dalam upaya mempertahankan dan atau meningkatkan produktivitas tanaman tebu perlu dilakukan pendampingan dan pengawalan pemeliharaan ratun pada budi daya tebu rakyat secara intensif (Puslitbangbun, 2012).

Tebu merupakan salah satu dari tujuh komoditas pangan strategis. Tidak berlebihan apabila Pemerintahan Kabinet Kerja (2014-2019) berupaya sekuat tenaga agar swasembada tebu dan gula dapat dicapai secepatnya. Dalam hal ini posisi Jawa Tengah sangat strategis sebagai produsen tebu dan gula terbesar ketiga setelah Jawa Timur dan Lampung. Bagi Jawa Tengah, tebu dan gula juga sangat strategis secara ekonomi karena memberikan nilai tambah cukup tinggi, yaitu lebih dari 2,04% PDRB atau senilai 12.55 Triliun. Hal ini mengindikasikan pentingnya nilai ekonomi komoditas tebu ini bagi masyarakat Jawa Tengah (Disbun Prov Jateng, 2015).

Masalah klasik yang hingga kini sering dihadapi adalah rendahnya produktivitas tebu dan rendahnya tingkat rendemen gula. Hal ini diduga disebabkan pengelolaan dengan penggunaan teknologi sederhana, berskala kecil dan manajemen sederhana. Selain itu, perkebunan rakyat masih didominasi dengan tanaman non-klonal, tanaman telah menua dan rusak. Rata-rata produktivitas tebu nasional yang ditanam di lahan sawah sekitar 95 ton/ha dan di lahan tegalan sekitar 75 ton/ha dengan rendemen gula sekitar 7,3 – 7,5%. Produktivitas dan rendemen ini masih dibawah potensi produktivitas dan rendemen yang ada, yaitu diatas 100 ton/ha untuk pertanaman tebu di lahan sawah dan sekitar 90 ton/ha untuk pertanaman tebu di lahan tegalan dengan rendemen gula diatas 10% (Puslitbangbun, 2010).

Peningkatan produktivitas tebu dapat dilakukan dengan meningkatkan jumlah populasi per hektar melalui peningkatan jumlah batang per meter juring dan faktor juring atau total panjang juring per hektar (Manimaran et al., 2009). Peningkatan jumlah batang per meter juring dapat dilakukan dengan menambah jumlah benih yang digunakan, sedangkan peningkatan faktor juring dapat dilakukan dengan memperpendek jarak pusat ke pusat (PKP).

Selama ini penanaman tebu dilakukan dengan sistem juring tunggal yang kurang efisien dalam mengelola energi cahaya yang diterima per satuan luas lahan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan penggunaan energi tersebut adalah penerapan sistem tanam baris atau juring ganda. Penggunaan sistem juring ganda menghasilkan peningkatan jumlah batang produksi per meter juring, bobot batang, diameter batang, produktivitas, rendemen, dan indeks panen. Perbedaan hasil tersebut dapat disebabkan oleh jarak antar baris (PKP) yang digunakan berbeda-beda (Maqsood et al. 2005; Mahmood et al. 2007).

Tata tanam juring ganda merupakan salah satu cara untuk meningkatkan penggunaan energi cahaya (Rana et al. 2006 dan Dantata, 2014). Penggunaan juring ganda mampu meningkatkan jumlah batang 6,1-17,8%, bobot batang 1,7- 8,2% dan produktivitas tebu 7,7-27,5% per hektar tanpa mempengaruhi rendemen (Singh et al., 2012 dan Sajjad et al., 2014). Hasil demplot penerapan teknologi tebu terpadu di Jawa Tengah tahun 2013-2014 menunjukkan bahwa penerapan paket teknologi tebu terpadu (P2T3) melalui sistem tanam juring ganda dan juring tunggal mampu meningkatkan produktivitas tebu sebesar 17,34%-112,2% (Hartoyo, et al., 2014).

Kajian ini adalah untuk melihat pengaruh tata cara tanam tebu terhadap pertumbuhan dan produksi tebu rakyat.

2. Bahan dan Metode

Kajian dilakukan pada lahan petani (*on-farm research*) dengan melibatkan petani sebagai pelaksana kegiatan. Kegiatan berupa demfarm dilakukan di desa Gedangdowo, Kecamatan Jepon, Kabupaten Blora pada lahan seluas kurang lebih 3 ha, masing-masing seluas 1 ha untuk demplot paket teknologi bongkar ratun dengan sistem tanam juring ganda, 1 ha untuk demplot sistem tanam juring tunggal serta 1 ha untuk demplot teknologi eksisting petani (kontrol). Varietas tebu yang ditanam adalah VUB PS. 862 yang tergolong tebu masak tengah. Kegiatan dilakukan pada tahun 2015-2017 (PC, RC1, dan RC2).

Bahan yang digunakan meliputi benih bagal bermata tunas dua dari pertanaman tebu varietas PS.862, pupuk majemuk NPK (Phonska), pupuk tunggal nitrogen (ZA), pupuk kandang, insektisida berbahan aktif karbofuran, dan fungisida. Alat yang digunakan meliputi traktor, sprayer, jangka sorong, meteran, refraktometer, dan alat pembantu lainnya. Perlakuan terdiri atas 3 paket tata tanam : (1) Juring ganda PKP 50/135 cm + benih tunggal, (2) Juring tunggal PKP 120 cm + benih tunggal, dan (3) Juring tunggal PKP 110 cm + benih tunggal (eksisting petani).

Pemeliharaan tanaman meliputi penyulaman, penyiangan, pembumbunan, pengairan, dan pemupukan. Penyulaman dilakukan 2 minggu setelah tanam dengan menanam benih dengan populasi sesuai perlakuan. Penyiangan dan pembumbunan dilakukan bersamaan dengan pemupukan. Pembumbunan dilakukan dengan cara mengambil tanah di sekitar juringan ke atas juringan pada saat setelah pemupukan. Pengendalian hama penyakit dilakukan bila terjadi serangan di atas ambang ekonomi. Pemupukan tanaman PC dilakukan dua kali yakni pada saat tanaman berumur 3-4 minggu dan 3 bulan setelah tanam, sedangkan tanaman RC1 dan RC2 dipupuk pada saat tanaman berumur 1 bulan setelah kepras dan umur 3 bulan setelah kepras. Pemupukan dilakukan secara larikan dengan jarak larikan 10 cm dari larikan pangkal batang tanaman. Dosis pupuk yang digunakan 600 kg ha⁻¹ Phonska + 400 kg ha⁻¹ ZA, 5 ton ha⁻¹ pupuk organik; 550 kg ha⁻¹ Phonska + 350 kg ha⁻¹ ZA + 5 ton ha⁻¹ pupuk organik; 500 kg ha⁻¹ Phonska

+ 350 kg ha⁻¹ ZA + 2500 kg ha⁻¹ pupuk organik masing-masing untuk tata tanam juring ganda (50/135); juring tunggal (PKP 120) dan Juring tunggal (PKP 110).

Data yang akan dikumpulkan meliputi data teknis, ekonomi dan sosial antara lain meliputi: Keragaan pertumbuhan (tinggi tanaman, tinggi batang, jumlah anakan per meter juring, diameter batang, serta data produksi (bobot batang, produktivitas tebu, derajat kemanisan gula) dari masing-masing paket teknologi. Data ekonomi meliputi biaya *input-output* budi daya tebu per masing-masing paket teknologi. Data yang terkumpul dianalisis sidik ragam dengan uji beda independent sample t-test. Sedangkan untuk data ekonomi dilakukan analisis sederhana untuk melihat tingkat pendapatan, dan pengeluaran biaya produksi, sehingga dapat dihitung rasio pendapatan terhadap biaya (R/C ratio)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman yang mencakup tinggi tanaman dan tinggi batang, menunjukkan bahwa tata tanam juring tunggal PKP 120 dan juring ganda 50/135 memberikan hasil yang lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan tata tanam juring tunggal PKP 110 (eksisting petani). Sedangkan pada peubah jumlah ruas dan diameter batang antar perlakuan tata tanam tidak menunjukkan perbedaan (Tabel 1 dan 2). Hal tersebut diduga terjadi sebagai akibat persentase cahaya yang masuk ke dalam tajuk tanaman yang dihasilkan kedua tata tanam tersebut lebih besar dibandingkan tata tanam juring tunggal 110 yang relatif lebih sempit. Peningkatan persentase cahaya dalam tajuk menyebabkan adanya peningkatan laju fotosintesis tanaman (Zhu et al., 2010 dan Liu et al., 2012) sehingga laju pertumbuhan tanaman tebu mengalami peningkatan (Samui et al., 2014). Keuntungan menggunakan tata tanam juring ganda adalah mampu meningkatkan penetrasi cahaya dalam tajuk tanaman dan meningkatkan ketersediaan lahan. Tata tanam juring ganda lebih sesuai dan efisien digunakan untuk upaya menyimpan air dan mengurangi genangan (Rehman et al. 2014). Tata tanam juring ganda dapat meningkatkan penggunaan energi cahaya (Dantata, 2014). peningkatan PKP diikuti oleh peningkatan laju pertumbuhan tanaman, panjang batang dan bobot batang (Ghaffar et al., 2012 dan Shakoar-Ruk et al., 2014).

Peningkatan panjang batang dan bobot per meter batang disebabkan oleh adanya peningkatan distribusi cahaya dalam tajuk sebesar 20,1% dari sistem tanam juring tunggal. Peningkatan distribusi cahaya dalam tajuk tersebut berpengaruh terhadap peningkatan laju fotosintesis kanopi tanaman sehingga akumulasi bahan kering semakin tinggi. Kondisi yang demikian menyebabkan bobot batang per tanaman yang dihasilkan sistem tanam juring ganda lebih besar dibandingkan dengan sistem tanam juring tunggal (Djumali et al., 2014).

Tidak semua komponen pertumbuhan dipengaruhi oleh peningkatan PKP. Hal tersebut terlihat pada komponen pertumbuhan jumlah ruas dan diameter batang yang relatif tidak berbeda dengan PKP yang lebih lebar (Tabel 2), akan tetapi lebih dipengaruhi oleh varietas tanaman yang digunakan. Pada varietas HSF-240, peningkatan PKP diikuti oleh peningkatan panjang batang dan bobot batang (Ghaffar et al. 2012). Pada varietas Thatta-10, peningkatan PKP diikuti oleh peningkatan diameter batang, bobot batang, dan tinggi tanaman (Soomro et al., 2009). Pada varietas Bululawang, peningkatan PKP diikuti oleh peningkatan diameter batang dan bobot batang (Djumali et al., 2016). Hasil tersebut lebih menunjukkan bahwa faktor genetik berkontribusi terhadap performan komponen pertumbuhan dan hasil.

Tabel 1. Tinggi tanaman dan tinggi batang tebu pada beberapa perlakuan tata tanam pada umur 10 bulan setelah tanam dan setelah kepras

Tata Tanam	Tinggi Tanaman (cm)						Tinggi Batang (cm)					
	PC		RC1		RC2		PC		RC1		RC2	
JT 110 (eksisting)	236,60	a	374,00	a	307,00	a	163,60	a	223,00	a	247,00	a
JT 120	297,60	b	423,00	b	287,00	a	228,60	b	249,00	a	245,00	a
JG 50/135	296,20	b	412,00	ab	393,00	b	220,20	b	248,00	a	287,00	b

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata uji F taraf 5%; JT = juring tunggal, JG = juring ganda, PC = pertanaman pertama, RC1 = pertanaman ratoon pertama, RC2 = pertanaman ratoon kedua

Catatan: Desimal dengan , (koma)

Tabel 2. Jumlah ruas dan diameter batang tebu pada beberapa perlakuan tata tanam pada umur 10 bulan setelah tanam dan setelah kepras

Tata Tanam	Jumlah Ruas						Diameter Batang (cm)					
	PC		RC1		RC2		PC		RC1		RC2	
JT 110 (eksisting)	15,00	a	19,00	a	19,00	a	2,77	a	2,73	a	2,47	a
JT 120	18,40	b	21,00	a	21,00	a	2,72	a	2,70	a	2,40	a
JG 50/135	16,00	c	21,00	a	24,00	a	2,67	a	2,76	a	2,76	a

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata uji F taraf 5%; JT = juring tunggal, JG = juring ganda, PC = pertanaman pertama, RC1 = pertanaman ratoon pertama, RC2 = pertanaman ratoon kedua

Catatan: Desimal dengan , (koma)

3.2. Komponen Produksi

Nilai kemanisan/brix tidak dipengaruhi oleh tata tanam, sedangkan bobot batang dipengaruhi nyata oleh perlakuan tata tanam (Tabel 3 dan 4). PKP yang lebih lebar secara signifikan meningkatkan bobot batang tebu. Bobot batang tebu pada tata tanam juring tunggal 120 (JT 120) meningkat 12,5-18,84% atau rata-rata meningkat 16,57% dibandingkan tata tanam juring tunggal 110 (JT 110). Hasil Penelitian Djumali et al., (2014) mendapatkan bahwa dalam sistem tanam juring tunggal, penggunaan pkp lebar mampu meningkatkan distribusi cahaya dalam tajuk tanaman sebesar 7,9% dari pkp rapat, Peningkatan distribusi cahaya tersebut menyebabkan peningkatan diameter batang sebesar 5,5%, bobot batang per tanaman sebesar 8,4%. Bobot batang tertinggi ditunjukkan pada tata tanam JT 120 pada pertanaman PC dan RC1, sedangkan pada pertanaman RC2 Bobot tebu per batang tertinggi pada perlakuan tata tanam juring ganda 50/135.

Bobot batang merupakan salah satu karakter penduga terhadap produktivitas tebu. Semakin tinggi nilai karakter-karakter tersebut maka diduga produktivitas tebu akan meningkat. Peningkatan karakter tersebut diatas diduga disebabkan oleh adanya peningkatan distribusi cahaya pada sistem tanam juring ganda dibandingkan dengan sistem tanam juring tunggal. Peningkatan distribusi cahaya dalam tajuk tersebut berpengaruh terhadap peningkatan laju fotosintesis kanopi tanaman sehingga akumulasi bahan kering semakin tinggi.

Tabel 3. Nilai Brix dan bobot batang tebu pada beberapa perlakuan tata tanam pada umur 11 bulan setelah tanam dan setelah kepras

Tata Tanam	Nilai Brix						Bobot batang (kg)					
	PC		RC1		RC2		PC		RC1		RC2	
JT 110 (eksisting)	19,70	b	21,48	a	21,12	a	1,36	a	1,38	a	1,28	a
JT 120	19,88	b	19,92	a	21,52	a	1,61	b	1,64	b	1,44	b
JG 50/135	21,10	a	20,94	a	20,80	a	1,46	a	1,56	b	1,62	c

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata uji F taraf 5%, JT = juring tunggal, JG = juring ganda, PC = pertanaman pertama, RC1 = pertanaman ratoon pertama, RC2 = pertanaman ratoon kedua

Catatan: Desimal dengan , (koma)

Jumlah batang per meter juring menentukan produktivitas tebu, semakin banyak jumlah batang per meter maka produktivitas akan meningkat. Hal tersebut sama dengan hasil penelitian Rana et al. (2006), bahwa peningkatan jumlah batang per m juring yang tinggi pada PKP lebar saja sudah mampu meningkatkan produktivitas tebu. Peningkatan produktivitas tebu akibat penggunaan tata tanam juring ganda terjadi minimal melalui peningkatan salah satu komponen produktivitas. Komponen produktivitas tebu meliputi panjang batang, diameter batang, bobot batang, dan jumlah batang per m juring (Djumali et al., 2017). Peningkatan produktivitas tebu terjadi melalui peningkatan panjang dan jumlah batang diperoleh Sajjad et al. (2014). Peningkatan produktivitas tebu terjadi melalui peningkatan bobot batang dan jumlah batang diperoleh Patel et al. (2014).

Jumlah batang pada tata tanam juring ganda pada pertanaman PC meningkat 16,6% dan 40% dibandingkan pertanaman juring tunggal PKP 120 dan PKP 110, Sedangkan pada pertanaman RC1 jumlah batang lebih tinggi lagi yaitu 25% dan 66,6%, dan pada RC2 jumlah batang pada tata tanam juring ganda turun menjadi 18,18% dan 62,5%. Terdapat korelasi positif jumlah batang per meter juring dengan produktivitas tebu. Produktivitas tebu tertinggi diperoleh pertanaman juring ganda pada RC1 sebesar 134,21 ton/ha atau lebih tinggi 3,35% dibanding pertanaman juring tunggal 120 dan 50,12 % dibanding pertanaman juring tunggal 110 (eksisting petani). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Dashora (2012) dan Tyagi et al. (2013), yang menyebutkan bahwa jumlah batang per meter juring dan bobot batang berkorelasi positif dengan produktivitas tebu. Pemilihan PKP yang sesuai kondisi lahan dalam tata tanam juring ganda dapat meningkatkan jumlah batang per hektar, bobot batang, dan produktivitas tebu (Suggu et al., 2010).

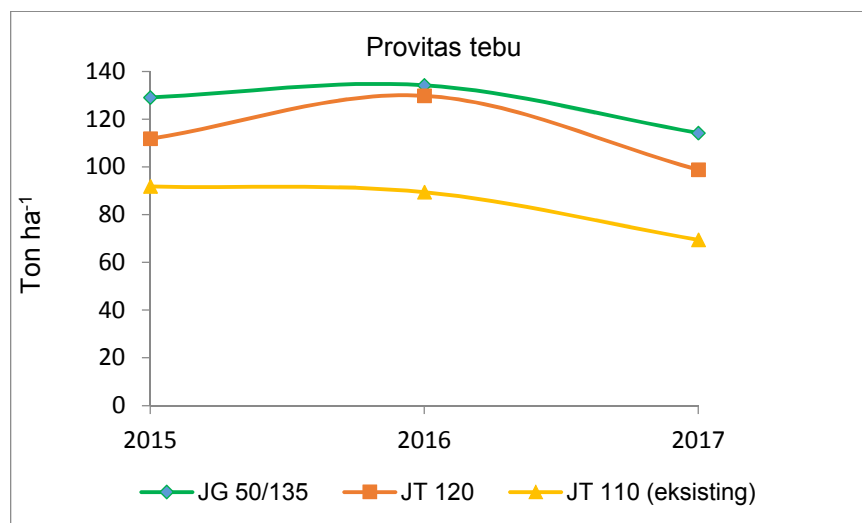
Tabel 4. Jumlah batang per meter juring dan produktivitas tebu pada beberapa perlakuan tata tanam pada umur 11 bulan setelah tanam dan setelah kepras

Tata Tanam	Jumlah batang per m juring						Produktivitas (ton ha ⁻¹)					
	PC		RC1		RC2		PC		RC1		RC2	
JT 110 (eksisting)	10,00	a	9,00	a	8,00	a	91,78	a	89,40	a	69,40	a
JT 120	12,00	b	12,00	b	11,00	b	111,81	b	129,86	b	98,80	b
JG 50/135	14,00	b	15,00	c	13,00	b	129,12	c	134,21	b	114,20	c

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata uji F taraf 5%, JT = juring tunggal, JG = juring ganda, PC = pertanaman pertama, RC1 = pertanaman ratoon pertama, RC2 = pertanaman ratoon kedua

Catatan: Desimal dengan , (koma)

Secara keseluruhan kinerja produktivitas tata tanam juring ganda 50/135 memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan tata tanam juring tunggal PKP 120 dan PKP 110 baik pada pertanaman PC, RC1 dan RC2. Produktivitas tertinggi dicapai pada RC1, terdapat kecenderungan penurunan produktivitas pada RC2 pada semua perlakuan tata tanam, Implikasi dari hasil kajian ini adalah bahwa produktivitas tebu mulai menurun pada RC2 dan untuk dilakukan bongkar ratoon. Dari Gambar 1, terlihat bahwa grafik penurunan paling tajam adalah pada pertanaman juring tunggal PKP 110 disusul juring tunggal PKP 120, demikian pula pertanaman juring ganda 50/135 mengalami penurunan produktivitas meskipun penurunannya agak landai.



Gambar 1. Kinerja provitas tebu pada masing-masing tata tanam selama 3 tahun Salah satu saja; pakai yg kiri

3.3. Keragaan Analisis Usahatani dan Keuntungan Budi Daya Tebu

Tingkat pendapatan usaha tani merupakan salah satu tolok ukur suatu komoditas pertanian termasuk tebu untuk dapat berkembang atau tidak berkembang di daerah pengembangan. Semakin tinggi pendapatan usaha tani suatu komoditas pertanian yang disertai dengan kemudahan dalam pelaksanaan usaha taninya serta rendahnya risiko kegagalan, maka komoditas pertanian tersebut akan cepat pengembangannya. Kajian tentang jarak tanam, dan tata tanam, disertai penerapan inovasi teknologi budi daya tebu yang baik di lahan kering disertai dengan perhitungan ekonominya sangat diperlukan untuk mendapatkan informasi yang benar tentang tingkat biaya penerimaan dan pendapatan usaha tani per hektar dari tiga perlakuan yang dicoba, sehingga hasil kajian ini dapat dimanfaatkan guna menunjang pengembangan tebu dan peningkatan produksi gula di dalam negeri.

Hasil perhitungan biaya, penerimaan dan keuntungan usahatani tebu dari tiga perlakuan tata tanam selama 3 musim tanam, menunjukkan bahwa keuntungan terbesar diperoleh pada pertanaman rawat ratun tahun pertama (RC1) untuk semua perlakuan tata tanam dibandingkan pertanaman PC maupun RC2. Keuntungan tertinggi pada tata tanam juring ganda 50/135, yaitu sebesar Rp41.616.000,- ha⁻¹ disusul tata tanam juring tunggal PKP 120 sebesar Rp 41.253.000,- ha⁻¹ dengan RC ratio sebesar 1,94 dan 1,99, artinya layak secara ekonomi (Tabel 5).

Biaya usahatani tebu terbesar dikeluarkan pada saat bongkar ratun (PC), hampir 85%-86% penerimaan hasil tebu digunakan untuk menutup biaya bongkar ratun sehingga hal tersebut

menjadi salah satu faktor penghambat program bongkar ratun. Petani akan menikmati keuntungan pada pertanaman rawat ratoon jika kondisi pertanamannya normal.

Tabel 5. Analisa biaya usahatani tebu pada beberapa perlakuan tata tanam

Tata Tanam	Biaya Usahatani (Rp.000., ha ⁻¹)			Penerimaan (Rp.000,- ha ⁻¹)			Keuntungan (Rp.000,- ha ⁻¹)			RC ratio		
	PC	RC1	RC2									
	Total	Total	Total									
				PC	RC1	RC2	PC	RC1	RC2	PC	RC1	RC2
JT 110 (eksisting)	22.820	15.464	15.464	23.660	25.420	21.514	840	9.956	6.050	1,04	1,64	1,39
JT 120	47.284	41.742	39.273	55.905	82.995	59.880	8.621	41.253	20.607	1,18	1,99	1,52
JG 50/135	55.642	44.278	44.622	64.563	85.894	68.400	8.920	41.616	23.778	1,16	1,94	1,53

Catatan: Desimal pakai , (koma); ribuan pakai . (titik)

4. Kesimpulan

Tata tanam juring ganda PKP 50/135 dapat menjadi prioritas pilihan dalam budi daya tebu karena mampu menghasilkan produktivitas dan keuntungan tertinggi, yakni 129,12 ton ha⁻¹ dan Rp8.920.000,- ha⁻¹ pada pertanaman pertama (PC); sedangkan untuk pertanaman ratun pertama (RC1) sebesar 134,21 ton ha⁻¹ dan Rp41.616.000,- ha⁻¹ dan pada pertanaman ratun kedua (RC2) sebesar 114,20 ton ha⁻¹ dan Rp23.778.000,- ha⁻¹. Tren produktivitas tebu menurun mulai pertanaman ratun kedua (RC2) atau tahun ketiga setelah tanam, implikasi dari hasil kajian ini adalah kegiatan bongkar ratun harus mulai dilakukan maksimal pada tahun keempat agar produktivitas tebu selalu tinggi dan menguntungkan.

5. Daftar Pustaka

- Dantata, I.J. 2014. Effect of Legume-based Intercropping on Crop Yield : A Review. *Asian J. Agric. Food Sci.* 2:507-522.
- Dashora, P. 2012. Productivity and Sustainability of Sugarcane (*Saccharum officinarum*) Genotypes Underplanting Seasons and Fertility Levels in South-East Rajasthan. *Academia Arena.* 4:37-41.
- Dirjenbun. 2015. Upaya Khusus (UPSUS) Percepatan Pengembangan Industri Gula Nasional. Makalah pada Rapat Kerja Puslitbang Perkebunan. Malang 11-13 Oktober 2015.
- Disbun Prov Jateng. 2015. Masterplan Pengembangan Kawasan Perkebunan Berbasis Tanaman Tebu. Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Tengah
- Djumali, Mulyaningsih S, dan Lestari. 2016. Pengaturan Tata Tanam Tebu untuk Meningkatkan Produktivitas dan Hasil Hablur. Bunga Rampai Peningkatan Produktivitas Tebu untuk Mempercepat Swasembada Gula. *Cit Subiyakto et al.* (Eds). IAARD Press. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Djumali, M. Romli, T. Basuki, dan S.E. Susilowati. 2014. Penelitian Sistem Juring Ganda untuk Meningkatkan Produktivitas dan Rendemen Tebu. Laporan Hasil Penelitian TA 2013. Malang: Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
- Ghaffar, A., Ehsanullah, N. Akbar, S.H. Khan, K. Jabran, R.Q. Hashmi, A. Iqbal, M.A. Ali. 2012. Effect of Trench Spacing and Micronutrients on Growth and Yield of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Australian J. Crop Sci.* 6:1-9.

- Hartoyo, B., Basuki, S., Paryono, T.J., Sutoyo, Kurniyati, E., Jatuningtyas, R.K., Sejati, G., dan Widayat, Y.K. 2014. Laporan Akhir Pendampingan Percepatan Penerapan Teknologi Tebu Terpadu. BPTP Jawa Tengah. Ungaran.
- Liu, T., F. Song, S. Liu, X. Zhu. 2012. Light Interception and Radiation Use Efficiency Response to Narrow-Wide Row Planting Patterns in Maize. *Australian J. Crop. Sci.* 6:506-513.
- Manimaran, S., D. Kalyanasundaram, S. Ramesh, K.Sivakumar. 2009. Maximizing Sugarcane Yield Through Efficient Planting Method and Nutrient Management Practices. *Sugar Technol.* 11:395-397
- Mahmood, A., M. Ishfaq, J. Iqbal, and S. Nazir. 2007. Agronomic Performance and Juice Quality of Autumn Planted Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) as Affected by Flat, Ditch and Pit Planting Under Different Spatial Arrangements. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9(1):167–169.
- Magsood, M., M. Iqbal, and M. Tayyab. 2005. Comparative Productivity Performance Sown in Different Planting Patterns at Farmer's Field. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 42:3–4.
- Patel, D., V.C. Raj, B. Tandel, B. Patel, D.N. Patel, V. Surve. 2014. Influence of Planting Distance and Variety on Growth of Sugarcane and Weed Population Under Mechanization. *J. Inter. Academic Res. Multidisc.* 2:34-41.
- Puslitbangbun. 2015. Strategi Litbang Perkebunan Mendukung Akselerasi Pencapaian Swasembada Gula dan Peningkatan Produktivitas Komoditas Unggulan Kementan. Makalah pada Rapat Kerja Puslitbang Perkebunan. Malang 11-13 Oktober 2015.
- Puslitbangbun. 2012. Pedoman Umum Percepatan Penerapan Teknologi Tebu Terpadu (P2T3).
- Puslitbangbun. 2010. Budidaya dan pasca panen tebu. Penerbit ESKA, Jakarta.
- Rana, N.S., K. Sanjay, S.K. Saini, G.S. Panwar. 2006. Production Potential and Profitability of Autumn Sugarcane-Based Intercropping Systems as Influenced by Intercrops and Row Spacing. *Indian J. Agron.* 51:31-33.
- Rehman, A., R. Qamar, J. Qamar. 2014. Economic Assessment of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) through Intercropping. *J. Agric. Chem. Environ.* 3:24-28.
- Sajjad, M., A. Bari, M. Nawaz, S. Iqbal. 2014. Effect of Planting Pattern and Nutrient Management on Yield Spring Planted Sugarcane. *Sarhad J. Agric.* 30:67-71.
- Samui, R.P., P.S. Kulkarni, M.V. Kamble, N.G. Vaidya. 2014. A Critical Evaluation of Sugarcane Yield Variation as Influenced by Climatic Parameters in Uttar Pradesh and Maharashtra States of India. *Time J. Agric. Veter. Sci.* 2:63-69.
- Shakoor-Ruk, A., M.N. Kandhro, S. Khan-Baloch, S. Ullah-Baloch, A. Bakhsh-Baloch. 2014. Impact of Sett Placement Method and Row Directions on Growth and Yield of Sugarcane Variety LRK-2001. *Persian Gulf Crop Prot.* 3:53-59.
- Singh, G.D., S.K. Saini, A. Bhatnagar, G. Singh. 2012. Effect of Planting Methods and Irrigation Scheduling on Growth, Yield and Quality of Spring Planted Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Ann. Agric. Res.* 33:21-24.
- Soomro, A.F., M.Y. Arain, R.N. Panhwar, M.A. Rajput, N. Gujar. 2009. Effect of Spacing and Seed Placement on Yield and Yield Contributing Characters of Sugarcane Variety Thatta-10 Under Agro Ecological Conditions of Thatta. *Pakistan J. Sci.* 61:110-115.
- Suggu, A.G., E. Ahmad, H. Himayatullah, M. Ayaz, H.K. Ahmad, M. Aslam. 2010. Morphological Responses of Autumn Planted Sugarcane to Planting Geometry and Nutrient Management on Different Soil Under Arid Conditions. *Pakistan Sugar J.* 25:2-9.
- Tyagi, V.K., S. Sharma, S.B. Bhardwaj. 2013. Pattern of Association Among Cane Yield, Sugar Yield and their Components in Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *J. Agric. Res.* 50:29-38.
- Zhu, X.G., S.P. Long, D.R. Ort. 2010. Improving Photosynthetic Efficiency for Greater Yield. *Ann. Rev. Plant. Biol.* 61:235-261.

Pengayaan *Vinasse* dengan Konsorsium Mikroba dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan serta Produktivitas Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Vinasse Enrichment by Microbial Consortium and Its Effect on Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Growth and Productivity

Sandi Gunawan^{1*}, Purnomo Aji², Ariel Hidayat³

^{1,2}Pusat Penelitian Gula, PT. Perkebunan Nusantara X

Dusun Jengkol, Desa Plosokidul, Kec. Plosoklaten, Kab. Kediri 64175

³Departemen *Fertilizer Plant*, PT. Energi Agro Nusantara

Jalan Raya Gempolkerep, Kec. Gedeg, Kab. Mojokerto 61351

*Penulis korespondensi. E-mail : sgunawan19@gmail.com

Abstrak. *Vinasse* merupakan hasil samping dari pabrik bioetanol yang masih mengandung bahan organik dan unsur hara yang bermanfaat bagi tanaman. Di beberapa negara penghasil gula dan bioetanol, vinase telah lama digunakan untuk pemupukan dan pengairan tanaman tebu. Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan vinase sebagai medium konsorsium mikroorganisme untuk produksi pupuk hayati dan mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tebu. Penelitian ini diawali dengan formulasi dan produksi pupuk hayati vinase di Pusat Penelitian Gula PT. Perkebunan Nusantara X, Kediri. Percobaan lapang dilaksanakan di kebun B.11, HGU Jengkol, PG Pesantren Baru, Kediri. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan meliputi P1 (10.000 liter/ha pupuk hayati vinase + 100% pupuk anorganik), P2 (20.000 liter/ha pupuk hayati vinase + 100% pupuk anorganik), P3 (30.000 liter/ha pupuk hayati vinase + 100% pupuk anorganik), P4 (40.000 liter/ha pupuk hayati vinase + 100% pupuk anorganik), P5 (50.000 liter/ha pupuk hayati vinase + 100% pupuk anorganik) dan kontrol (100% pupuk anorganik). Data dianalisis dengan analisis sidik ragam ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pupuk hayati vinase dapat meningkatkan jumlah batang tebu per hektar pada umur tanaman 6 dan 9 bulan. Selain itu, perlakuan 30.000 liter/ha pupuk hayati vinase + 100% pupuk anorganik (P3) menghasilkan produktivitas tebu, produksi hablur serta keuntungan tambahan paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan kontrol.

Kata kunci : vinase, konsorsium mikroba, pupuk hayati, tebu, produktivitas

Abstract. *Vinasse* is a by product of the bioethanol distillery that still contains quite a lot of organic matter and nutrients for plants. In some sugar and bioethanol producing countries, vinasse has been used for sugarcane fertilizer and irrigation. The aims of this study were to utilize vinasse as a microbial consortium medium for biofertilizer production and to know its effect on sugarcane growth and productivity. The formulation and production of vinase biofertilizer were conducted at Sugar Research Center of PT. Perkebunan Nusantara X, Kediri. Field trial was conducted at block B.11, Jengkol Sugarcane Plantation, Pesantren Baru Sugar Mill, Kediri. The research used Randomized Block Design with four replications and six treatments. The treatment of various dosages of vinasse biofertilizer were 10,000 liters/ha, 20,000 liters/ha, 30,000 liters/ha, 40,000 liters/ha, 50,000 liters/ha and control. Full dosage of inorganic fertilizer also were applied in all treatments and control. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% level. The results showed that the application of vinasse biofertilizer could

increase the number of millable cane per hectare at the crop age of 6 months and 9 months. In addition, the treatment of 30,000 liters/ha of vinasse biofertilizer + 100% inorganic fertilizer (P3) produced the highest sugarcane productivity, sugar yield and additional income compared to other treatments and control.

Keywords : vinasse, microbial consortium, biofertilizer, sugarcane, productivity

1. Pendahuluan

PT. Perkebunan Nusantara X sebagai salah satu BUMN gula terus berupaya untuk meningkatkan produksi gula melalui peningkatan produktivitas tanaman tebu dalam rangka mendukung swasembada gula nasional. Beberapa program yang dilakukan antara lain penggunaan bibit atau varietas unggul dan sehat, penerapan mekanisasi pertanian, pengendalian hama dan penyakit secara terpadu, serta pemupukan berimbang (Subiyono 2016). Pupuk merupakan salah satu variabel yang masih dianggap sebagai faktor dominan dalam meningkatkan produktivitas lahan. Namun, penggunaan pupuk kimia yang intensif dan berlebihan dalam jangka panjang menyebabkan kesuburan tanah dan kandungan bahan organik tanah menurun. Menurut Simanungkalit et al. (2016), pengelolaan hara terpadu yang memadukan pemberian pupuk organik, pupuk hayati dan pupuk anorganik dapat meningkatkan produktivitas lahan, keberlanjutan produksi tanaman dan memelihara kelestarian lingkungan.

PT. Perkebunan Nusantara X memiliki pabrik bioetanol yang dioperasikan oleh anak perusahaannya yang bernama PT. Energi Agro Nusantara (Enero) di Mojokerto. Pabrik ini memproduksi bioetanol *fuel grade* (99,5%) dengan kapasitas produksi mencapai 100 kilo liter per hari (PT. Energi Agro Nusantara 2015). Seperti halnya industri-industri yang lain, pabrik bioetanol juga menghasilkan hasil samping, salah satunya vinase. Menurut Gosnell (2011), vinase merupakan hasil samping akhir dari proses destilasi pengolahan bioetanol yang masih mengandung bahan organik dan unsur hara yang cukup tinggi. Setiap produksi 1 liter bioetanol dihasilkan sekitar 13 liter vinase. Di beberapa negara penghasil gula dan bioetanol seperti Brazil, vinase telah lama digunakan untuk pemupukan dan pengairan tanaman tebu (Prado et al. 2013; Silva et al. 2014).

Kandungan bahan organik dan unsur hara dalam vinase yang dihasilkan oleh pabrik bioetanol PT Energi Agro Nusantara, sudah berkurang dikarenakan telah terpakai dalam proses biometanasi yang mengubah material organik menjadi energi dalam bentuk biogas (PT. Energi Agro Nusantara 2015). Walaupun demikian vinase masih menjadi media yang baik karena sifatnya yang organik dan pH-nya yang netral. Untuk meningkatkan kandungan dan manfaat vinase, maka perlu dilakukan inovasi salah satunya melalui pengayaan vinase dengan konsorsium mikroba fungsional menjadi pupuk hayati. Pemanfaatan mikroba fungsional seperti bakteri pelarut fosfat dan bakteri penambat nitrogen dalam pengkayaan vinase diharapkan dapat memberikan nilai tambah dan meningkatkan kualitas vinase. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian dan penelitian mengenai pemanfaatan vinase yang diperkaya konsorsium mikroba menjadi pupuk hayati vinase dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2016 sampai dengan Juni 2017 di kebun B.11, HGU Jengkol, PG Pesantren Baru, Kediri. Bahan yang digunakan meliputi bibit tebu varietas PS 881, pupuk Urea, pupuk SP. 36, pupuk KCl, vinase, dan konsorsium mikroba Bio N10. Vinase diperoleh dari pabrik bioetanol PT. Energi Agro Nusantara, Mojokerto. Formulasi dan pembuatan pupuk hayati vinase dilakukan di Puslit Gula PT. Perkebunan Nusantara X dengan cara

mencampur konsorsium mikroba Bio N10 sebanyak 10% (v/v) dengan molase 3% (v/v) dan vinase 87% (v/v), kemudian diaerasi dan diinkubasi selama 78 jam.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Setiap perlakuan dalam satu ulangan terdiri dari 10 juring dengan panjang juring 16 m dan jarak pusat ke pusat (PKP) 135 cm. Adapun masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Perlakuan pupuk hayati majemuk vinase yang diuji pada penelitian ini.

No.	Perlakuan
1	Pupuk hayati vinase 10.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P1)
2	Pupuk hayati vinase 20.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P2)
3	Pupuk hayati vinase 30.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P3)
4	Pupuk hayati vinase 40.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P4)
5	Pupuk hayati vinase 50.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P5)
6	Pupuk anorganik 100% (Kontrol)

Dosis pupuk anorganik 100% yang digunakan meliputi Urea 400 kg/ha + SP. 36 200 kg/ha + KCl 200 kg/ha. Perlakuan P1, P2 dan P3 diaplikasi pada umur sekitar 1 bulan setelah tanam (BST), sedangkan perlakuan P4 dan P5 dibagi menjadi 2 kali aplikasi pada umur sekitar 1 BST dan 2 BST masing-masing 50% dosis.

Parameter pengamatan meliputi komponen pertumbuhan dan komponen produksi. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan pada umur 6 dan 9 bulan setelah tanam (BST) terdiri dari parameter jumlah batang per hektar, tinggi batang (cm), dan diameter batang (cm). Sedangkan komponen produksi terdiri dari produktivitas tebu per hektar, rendemen, dan produksi hablur per hektar. Analisis rendemen dilakukan di Laboratorium Analisa Pendahuluan, PG Pesantren Baru, Kediri. Produksi hablur dihitung berdasarkan produktivitas tebu dan rendemen yang diperoleh. Data yang diperoleh diuji dengan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*) dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kandungan Mikroorganisme Pupuk Hayati Vinase

Tabel 2. Kandungan mikroorganisme dalam pupuk hayati vinase yang dihasilkan dari pengayaan vinase dengan konsorsium mikroba.

Parameter	Hasil Analisis	Standar Permentan No. 70 Tahun 2011
Total Bakteri (Aerob)	$1,4 \times 10^6$ cfu/mL	$\geq 10^7$ cfu/mL
Total Actinomycetes	$2,1 \times 10^4$ cfu/mL	$\geq 10^6$ cfu/mL
<i>Azospirillum sp.</i>	$9,3 \times 10^2$ cfu/mL	-
<i>Azotobacter sp.</i>	$1,86 \times 10^4$ cfu/mL	-
<i>Bacillus sp.</i>	$5,65 \times 10^2$ cfu/mL	-
<i>Pseudomonas sp.</i>	$2,9 \times 10^5$ cfu/mL	-
Penambat N	$9,3 \times 10^2$ cfu/mL	Positif
Pelarut P	$1,05 \times 10^3$ cfu/mL	Positif

Keterangan : Hasil analisis mikrobiologi Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya No. 72/MIKRO-BIO/FMIPA/08/2016 tanggal 1 Agustus 2016.

Hasil analisis kandungan mikroorganisme yang terkandung dalam pupuk hayati vinase hasil pengayaan vinase dengan konsorsium mikroba fungsional disajikan pada Tabel 2. Kandungan total bakteri (aerob) dan total actinomycetes masing-masing mencapai $1,4 \times 10^6$ cfu/mL dan $2,1 \times 10^4$ cfu/mL, namun kandungan ini masih di bawah standar teknis minimal

pupuk hayati majemuk yang dipersyaratkan dalam Permentan No. 70 tahun 2011. Selain itu, pupuk hayati vinase positif mengandung bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat.

3.2. Pertumbuhan Tanaman Tebu

Komponen pertumbuhan tebu meliputi jumlah batang per hektar, tinggi batang dan diameter batang pada perlakuan aplikasi pupuk hayati vinase disajikan pada Tabel 3. Aplikasi pupuk hayati vinase dilakukan pada fase pertunasan tanaman tebu yaitu sekitar 1-2 BST. Menurut Wang et al. (2006), aplikasi vinase pada fase pertunasan dapat meningkatkan jumlah anakan tebu. Perlakuan berbagai dosis pupuk hayati vinase meningkatkan jumlah batang per hektar pada 6 BST dan 9 BST. Jumlah batang tebu pada umur lebih dari 6 bulan sudah stabil atau mencapai populasi batang optimal (Diana et al. 2017). Perlakuan pupuk hayati vinase 50.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P5) secara konsisten menghasilkan jumlah batang paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan kontrol pada 6 BST serta 9 BST. Hal ini dimungkinkan karena kombinasi pemberian pupuk anorganik dan aplikasi pupuk hayati vinase, yang juga bermanfaat untuk pengairan tanaman.

Tinggi batang tertinggi pada 6 BST diperoleh dari perlakuan pupuk hayati vinase 40.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P4) walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dan kontrol, sedangkan pada 9 BST, batang tertinggi diperoleh dari perlakuan pupuk hayati vinase 50.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P5) dan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan 40.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P4) secara konsisten menghasilkan diameter batang tertinggi pada 6 BST dan 9 BST meskipun tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Tabel 3. Jumlah batang, tinggi batang dan diameter batang tanaman tebu pada beberapa perlakuan pupuk hayati vinase.

Perlakuan	Jumlah batang per hektar		Tinggi batang (cm)		Diameter batang (cm)	
	6 BST	9 BST	6 BST	9 BST	6 BST	9 BST
P1	47.856bc	43.197ab	169a	236 c	2,8ab	2,8abc
P2	50.166abc	43.428ab	174a	265 ab	2,7ab	2,8bc
P3	53.323ab	47.163a	179a	261 abc	2,7ab	2,7bc
P4	53.554ab	46.855a	187a	269 ab	2,9a	3,0ab
P5	59.213a	49.896a	185a	278 a	2,6b	2,7c
Kontrol	41.041c	35.112b	172a	249 bc	2,9a	3,0a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji Duncan taraf 5%. BST : bulan setelah tanam. P1 : pupuk hayati vinase 10.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P2 : pupuk hayati vinase 20.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P3 : pupuk hayati vinase 30.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P4 : pupuk hayati vinase 40.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P5 : pupuk hayati vinase 50.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; Kontrol : pupuk anorganik 100%.

3.3. Produktivitas Tebu, Rendemen dan Produksi Hablur

Semua perlakuan pupuk hayati vinase menghasilkan produktivitas tebu lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4). Produktivitas tertinggi dihasilkan oleh perlakuan pupuk hayati vinase 30.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% yaitu mencapai 104,33 ton/ha (P3). Hal ini diduga kombinasi antara pemupukan anorganik dan pupuk hayati telah memberikan nutrisi yang optimum sehingga produktivitas tebu menjadi tinggi. Hasil yang sama dilaporkan oleh (Gómez dan Rodríguez 2000) dan Wang et al. (2006), bahwa aplikasi vinase dapat meningkatkan produktivitas tanaman tebu.

Perlakuan pupuk hayati vinase menghasilkan rendemen yang tidak berbeda nyata dengan kontrol kecuali perlakuan P1 dan P5. Hasil penelitian Singh et al. (2007) menunjukkan bahwa terdapat peningkatan akumulasi gula pada tiga varietas tebu yang berbeda sampai akhir panen. Produksi hablur dipengaruhi oleh produktivitas dan rendemen tebu yang dihasilkan. Semakin tinggi produktivitas dan rendemen tebu yang dihasilkan, maka semakin tinggi produksi hablurnya. Perlakuan pupuk hayati vinase menghasilkan rendemen yang tidak begitu berbeda, sehingga produksi hablur ditentukan oleh produktivitas tebu. Produksi hablur tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk hayati vinase 30.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P3).

Tabel 4. Produktivitas tebu, rendemen dan produksi hablur pada beberapa perlakuan pupuk hayati vinase.

Perlakuan	Produktivitas tebu (ton/ha)	Rendemen (%)	Produksi hablur (ton/ha)
P1	96,90a	7,57a	7,34ab
P2	93,90a	7,29c	6,85ab
P3	104,33a	7,50abc	7,82a
P4	91,25a	7,34bc	6,70b
P5	96,71a	7,55ab	7,30ab
Kontrol	89,90a	7,30c	6,56b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji Duncan taraf 5%. P1 : pupuk hayati vinase 10.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P2 : pupuk hayati vinase 20.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P3 : pupuk hayati vinase 30.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P4 : pupuk hayati vinase 40.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P5 : pupuk hayati vinase 50.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; Kontrol : pupuk anorganik 100%.

3.4. Analisis Usaha Tani

Analisis usaha tani terhadap berbagai perlakuan pupuk hayati vinase menunjukkan bahwa total biaya pupuk per hektar pada berbagai dosis aplikasi pupuk hayati vinase lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Tabel 5). Namun, produksi hablur pada semua perlakuan pupuk hayati vinase lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, sehingga terdapat tambahan pendapatan dari selisih jumlah hablur dengan kontrol (Tabel 4 dan Tabel 5). Perlakuan pupuk hayati vinase 30.000,- liter/ha + Urea 400 kg/ha + SP. 36 200 kg/ha + KCl 200 kg/ha (P3) menghasilkan tambahan keuntungan paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan kontrol, yaitu mencapai Rp10.820.500,- per hektar.

Tabel 5. Total biaya pupuk, selisih biaya pupuk antara perlakuan dengan kontrol, tambahan pendapatan dan tambahan keuntungan pada berbagai perlakuan pupuk hayati vinase.

Perlakuan	Total biaya pupuk per hektar (x Rp1.000,-)	Selisih biaya pupuk antara perlakuan dengan kontrol per hektar (x Rp1.000,-)	Tambahan pendapatan per hektar (x Rp1.000,-)	Tambahan keuntungan per hektar (x Rp1.000,-)
P1	4.700	600	7.726,30	7.126,30
P2	5.300	1.200	2.826,10	1.626,10
P3	5.900	1.800	12.620,50	10.820,50
P4	6.500	2.400	1.350,50	- 1.049,50
P5	7.100	3.000	7.389,05	4.389,05
Kontrol	4.100	-	-	-

Keterangan : P1 : pupuk hayati vinase 10.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P2 : pupuk hayati vinase 20.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P3 : pupuk hayati vinase 30.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P4 : pupuk hayati vinase 40.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; P5 : pupuk

hayati vinase 50.000 liter/ha + pupuk anorganik 100%; Kontrol : pupuk anorganik 100%. Harga pupuk hayati vinase termasuk aplikasi Rp60,- per liter; pupuk urea Rp5.100,- per kg; pupuk SP. 36 Rp5.000,- per kg; pupuk KCl Rp5.300,- per kg; gula Rp10.000,- per kg.

4. Kesimpulan

Perlakuan pupuk hayati vinase dapat meningkatkan jumlah batang tebu per hektar. Perlakuan pupuk hayati vinase 30.000 liter/ha + pupuk anorganik 100% (P3) menghasilkan produktivitas tebu, produksi hablur dan keuntungan tambahan paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan kontrol.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direksi PTPN X yang telah memberikan dukungan penuh baik moril maupun material. Kepada Tim Seksi Kesuburan Tanah Puslit Gula PTPN X (Agus Widarto, Lhaksmi Ermayani, Misdi, Slamet Riyadi, dan Purwo Nurhadiano) yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada General Manager PG Pesantren Baru beserta staf dan pihak-pihak lain yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan makalah ini.

6. Daftar Pustaka

- Diana, NE, Sujak, Djumali. 2017. Efektivitas Aplikasi Pupuk Majemuk NPK Terhadap Produktivitas dan Pendapatan Petani Tebu. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 9 (2) : 43-52.
- Gómez, J and O Rodríguez. 2000. Effects of *Vinasse* on Sugarcane (*Saccharum officinarum*) Productivity. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 17 : 318-326.
- Gosnell, J. 2011. *Vinasse* : Composition, Utilization and Effects on Soils, Meyer, J (ed) in Good Management Practices Manual For The Cane Sugar Industry. PGBI Sugar and Bioenergy, Johannesburg, pp. 465-471.
- Jiang, ZP, YR Li, GP Wei, Q Liao, TM Su, YC Meng, HY Zhang, CY Lu. 2012. Effect of Long Term *Vinasse* Application on Physicochemical Properties of Sugarcane Field Soils. *Sugartech*, 14 (4) : 412-417.
- Prado, RM, G Caione, and CNS Campos. 2013. Filter Cake and *Vinasse* as Fertilizers Contributing to Conservation Agriculture. *Applied and Environmental Soil Science*, vol. 2013 : 1-8.
- PT. Energi Agro Nusantara. 2015. Proses Produksi Bioetanol dengan Bahan Baku Molases dan Pengolahan Air Limbah. Sharing Session Pabrik Gula PTPN dan PT. RNI, Mojokerto, 12 Juni 2015.
- Silva, APM, JAM Bono and FAR Pereira. 2014. Fertigation with *Vinasse* in Sugarcane Crop: Effect on The Soil and on Productivity. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (1) : 38-43.
- Simanungkalit, RDM, DA Suriadikarta, R Saraswati, D Setyorini, dan W Hartatik. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor, hlm : 141-153.
- Singh, S, M Singh L, GP Rao and S Solomon. 2007. Application of Distillery Spent Wash and its Effect on Sucrose Content in Sugarcane. *Sugar Tech*, 9 (1) : 61-66.
- Subiyono. 2016. Akselerasi Peningkatan Produksi Gula Menuju Target 3 Juta Ton, disampaikan pada Kongres IKAGI XI, Surabaya, 4 Mei 2016.
- Wang, YD, YC Mo, WH Wang, YR Li, and YP Ye. 2006. Effect of *Vinasse* Irrigation on the Activity of Three Enzymes and Agronomic Characters at Seedling Stage of Sugarcane. *Sugar Tech*, 8 (4) : 264-267.

Pengaruh Pupuk Hayati Enero terhadap Produktivitas Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Lahan Kering

The Effect of Enero Biofertilizer for Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Productivity in the Dryland

Ariel Hidayat¹, Andria M. Wicaksono¹, Sandi Gunawan²

¹Departemen *Fertilizer Plant*, PT. Energi Agro Nusantara
Jalan Raya Gempolkerep, Kec. Gedeg, Kab. Mojokerto 61351

²Pusat Penelitian Gula, PT. Perkebunan Nusantara X
Dusun Jengkol, Desa Plosokidul, Kec. Plosoklaten, Kab. Kediri 64175

*Penulis korespondensi. E-mail : arielhidayat@gmail.com

Abstrak. Lahan kering umumnya memiliki tingkat kesuburan yang relatif rendah. Hal ini akan berdampak pada penurunan produksi tebu. Sementara, Pupuk Hayati Enero (PHE) berbahan baku vinase hasil proses produksi bioetanol, volumenya sangat besar dan berpotensi sebagai pengganti pengairan sekaligus pemupukan. Penelitian ini menguji pengaruh PHE pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu pada lahan kering di area Solokuro, Lamongan. Penelitian ini menggunakan sistem demplot dengan membandingkan perlakuan pemupukan terpadu PHE dan pupuk anorganik 75%, sebagai perlakuan dengan pupuk anorganik 100%, sebagai control. Data dianalisis menggunakan analisis independent *t-test* taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan PHE dapat meningkatkan bobot tebu secara signifikan dibandingkan dengan kontrol, demikian halnya dengan produktivitasnya.

Kata kunci: pupuk hayati enero, vinase, tebu, produktivitas, lahan kering

Abstract. The dryland has low fertility. It will affect for decreasing of sugarcane production. While, Enero Biofertilizer, which based on *vinasse* as by product of bioethanol distillery and it has huge amount and potential to substitute irrigation and fertilizer at once. This research observe Enero biofertilizer effect for plant growth and productivity in the dryland, Solokuro, Lamongan. The research applied demonstration plot system, which compare Enero biofertilizer and inorganic fertilizer 75% (treatment) with inorganic fertilizer 100% (control). Data were analyzed using independent *t-test* at 5% level. The results showed the application of Enero biofertilizer could improved productivity with statistically significant and productivity also.

Keywords : enero biofertilizer, *vinasse*, sugarcane, productivity, dryland

1. Pendahuluan

Kementerian Pertanian pada tahun 2019 menargetkan produksi gula dalam negeri mencapai 3,8 juta ton. Target ini lebih tinggi dari tahun sebelumnya sebesar 2,2 juta ton. Dengan target tersebut diharapkan produksi gula naik 73%. Dalam mencapai target tersebut Kementerian Pertanian mendorong pengembangan pabrik baru dan perluasan lahan (Sitanggang 2018). Sementara pada tahun 2017, produksi gula masih stagnan disebabkan oleh berkurangnya lahan tebu dari 440.000 ha menjadi 425.000 ha. Maka diperlukan upaya perluasan lahan dengan memperhatikan intensifikasi pertanian (Alfi, 2017).

Luas area perkebunan tebu Indonesia terletak di Jawa sekitar 211.000 ha dan di luar Jawa sekitar 133.400 ha dan hampir 80% areal beralih ke lahan kering (Bappenas 2008). Namun, lahan kering memiliki beberapa kelemahan apabila dimanfaatkan untuk pertanian karena tingkat kesuburan relatif rendah. Titik kritis dari pengelolaan tebu lahan kering yaitu kondisi kekeringan yang kelak akan berdampak terhadap penurunan produksi tebu per hektar, terutama pada fase pembentukan gula maupun fase pematangan yang berdampak terhadap penurunan produktivitas gula persatuan luas secara signifikan (Dhiyaudzdzikrillah 2011).

Area Solokuro Lamongan yang menjadi objek penelitian merupakan area perluasan tebu dari Pabrik Gula (PG) Gempolkrep, PT Perkebunan Nusantara X (PTPN X). Lahan tergolong lahan kering yang ditunjukkan dengan hasil uji tanah, curah hujan yang rendah dan tidak ada sumber pengairan. Maka diperlukan sistem pengelolaan tebu yang tepat untuk mengoptimalkan produktivitasnya di area ini.

Peningkatan unsur hara pada tebu dapat dilakukan dengan pengairan dan pemupukan. Pada lahan kering, kebutuhan air dan pupuk akan lebih besar dibanding dengan lahan yang subur. Hal ini, akan menambah biaya produksi dari budi daya tebu di lahan kering. Selanjutnya diperlukan introduksi teknologi dalam mengurangi biaya produksi baik pengairan dan pemupukan, melalui penggunaan Pupuk Hayati Enero (PHE). Hal ini, dilakukan karena dosis pupuk yang besar sekitar 60.000 liter per ha, sehingga manfaatnya tidak hanya sebagai pemupukan namun juga sebagai pengairan. Bahan baku pupuk yaitu vinase dari proses produksi Pabrik Bioetanol, PT Energi Agro Nusantara. Namun, pupuk hayati yang digunakan karakteristiknya berbeda dengan vinase pada umumnya. Kandungan makro dan mikronya lebih rendah, sehingga untuk meningkatkan kualitasnya diintroduksi konsorsium mikroba fungsional dan teknik aplikasi dikombinasikan dengan pupuk anorganik, sebagai pemupukan terpadu. Menurut Pawirosemadi (2011), pemupukan berimbang dan pengelolaan hara secara terpadu menjadi jalan tengah dalam usaha mencapai sasaran yang dikehendaki yaitu hasil yang tinggi dan kualitas yang baik dengan kelestarian produktivitas (*sustainable productivity*). Pemupukan berimbang bukan berarti memberikan semua macam hara dari pupuk kimia ke dalam tanah, melainkan sejumlah hara tertentu yang diperlukan agar dapat optimum keseimbangan hara di dalam tubuh tanaman. Sedangkan pengelolaan hara terpadu merupakan tindakan memadukan penggunaan pupuk organik, pupuk kimia dan pupuk hayati sedemikian rupa sehingga tanaman dapat memperoleh hara yang memenuhi keseimbangan yang diharapkan. Efektivitas pupuk terpadu PHE dan pupuk anorganik 75% selanjutnya dibandingkan dengan pupuk anorganik 100% dengan tujuan untuk mengukur pertumbuhan tanaman tebu yang diteliti.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Solokuro, Kabupaten Lamongan. Area ini dipilih karena merepresentasikan lahan kering, dimana tingkat kesuburannya rendah dan adanya faktor pembatas lainnya. Jenis lahan regosol coklat kekuningan. Varietas tebu yang ditanam adalah Bululawang (Masa Tengah Lambat) Ratoon I (RCI). Penelitian disusun dengan demonstrasi plot (demplot). Jarak PKP 110 cm dengan 10 meter juring untuk sampling penelitian dengan total juring perlakuan 49 juring dan kontrol 43 juring. Tanam dilaksanakan pada sampai akhir Desember 2017 (12A) dan dipanen pada awal September 2018 (9A).

Dosis pupuk pada kontrol ditentukan berdasarkan uji analisa kandungan tanah di Laboratorium Pusat Penelitian Gula PT Perkebunan Nusantara X. Hasil uji kandungan tanah pada lahan percobaan didapatkan pH tanah masam 4,5-5,5, kandungan N 0,09%, P_2O_5 29 ppm, K_2O 47 ppm, CaO 2480 ppm, MgO 555 ppm, C-Organik 1,03% dan Fe 0,5 ppm. Selanjutnya perhitungan kebutuhan pupuk pada kontrol didasarkan pada tabel nomograf kondisi lahan tanaman tebu (Pawirosemadi 2011). Kebutuhan unsur sesuai dengan tabel nomograf didapat unsur N 130 kg/ha,

P 135 kg/ha dan K 300 kg/ha. Khusus untuk perlakuan, menggunakan pupuk hayati vinase merek dagang enero (PHE), produksi PT Energi Agro Nusantara. Dosis pupuk tersebut 60.000 l/ha. Pupuk tersebut ditambahkan pupuk anorganik 75%, jumlah pupuk anorganik didasarkan dari kebutuhan unsur pada tabel nomograf, lalu diperhitungkan sebanyak 75%.

Pengamatan pertumbuhan tanaman terdiri jumlah perkecambahan pada 1 bulan setelah tanam (BST) kemudian diikuti dengan pengamatan populasi tanaman 3 BST, analisa daun 4 BST yang meliputi kadar air (%), total N (%), P_2O_5 (%) dan K_2O (%), dilanjutkan jumlah batang, tinggi batang dan diameter batang pada 6 BST serta pada masa panen yaitu bobot dan rendemen. Data sebelum panen diambil dari tebu dengan jarak 10 meter per juring. Data bobot tebu diperoleh pada saat tebang pada tiap-tiap juring yang diteliti. Sedangkan data rendemen berdasarkan data dari Pabrik Gula Gempolkrep, PT Perkebunan Nusantara X, Mojokerto. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 25 dengan uji normalitas dan dilanjutkan uji independent t-test dengan taraf 5%. Uji tersebut untuk mengetahui pengaruh PHE terhadap pertumbuhan dan produktivitas tebu dibandingkan dengan kontrol. Untuk mengetahui manfaat secara ekonomi atas introduksi aplikasi PHE maka diukur nilai tambah pendapatan yang diperoleh.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh Pupuk Hayati Enero pada Pertumbuhan Tebu di Lahan Kering

Hasil percobaan secara umum menunjukkan perkembangan tebu yang diaplikasi dengan PHE dosis 60.000 liter ditambah pupuk anorganik 75% lebih baik dibandingkan dengan aplikasi 100% pupuk anorganik di lahan kering. Untuk parameter bobot tebu perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan dibanding dengan kontrol, sedangkan indikator lainnya tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Sebelum data dianalisis dengan independent t-test untuk mengetahui pengaruh pemupukan, data diuji distribusinya dengan uji normalitas. Selanjutnya akan diketahui bahwa data terdistribusi normal atau tidak. Apabila data terdistribusi normal maka data dapat diolah pada uji lanjutan. Adapun hasil uji normalitas dapat diketahui pada Tabel 1. Dibawah ini.

Tabel 1. Uji normalitas parameter pertumbuhan tebu di lahan kering

No	Parameter	<i>p value</i>	Interpretasi
1	Perkecambahan	0,870	Terdistribusi normal
2	Populasi	0,908	Terdistribusi normal
3	Jumlah Batang	0,843	Terdistribusi normal
4	Tinggi Batang	0,290	Terdistribusi normal
5	Diameter Batang	1,000	Terdistribusi normal
6	Bobot	0,363	Terdistribusi normal

Dari pengolahan uji normalitas data dengan Shapiro-Wilk, pada Tabel 1, menunjukkan bahwa nilai *p value* masing-masing parameter lebih besar dari 0,05, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa data terdistribusi normal. Parameter yang diuji meliputi fase perkecambahan, populasi tanaman, jumlah batang, tinggi batang, diameter batang dan bobot dari masing-masing perlakuan dan kontrol.

Selanjutnya data penelitian yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik, independent t test. Uji ini untuk mengetahui besarnya pengaruh pemupukan PHE dosis 60.000 liter ditambah pupuk anorganik 75% dibandingkan dengan aplikasi 100% pupuk anorganik di lahan kering. Hasil perhitungan dapat diketahui pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis data dengan *independent t-test* pada parameter pertumbuhan tebu di lahan kering

No	Parameter	Mean perlakuan	Mean kontrol	p value
1	Perkecambahan	235,86	237,88	0,961
2	Populasi	134,67	129,00	0,763
3	Jumlah batang (cm)	298,67	242,67	0,135
4	Tinggi batang (cm)	249,00	195,67	0,124
5	Diameter batang (cm)	2,50	2,50	1,000
6	Bobot (kg)	100,00	82,67	0,036

Dari Tabel 2 diatas, diketahui bahwa hampir seluruh parameter perlakuan menunjukkan mean lebih besar dibanding dengan kontrol. Hal ini menunjukkan perlakuan PHE yang dikombinasikan dengan penurunan pupuk anorganik menunjukkan pertumbuhan tanaman lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Kecuali pada fase perkecambahan, nilai kontrol lebih baik daripada perlakuan. Tingkat perkecambahan ini sesungguhnya lebih mencerminkan sifat inheren varietas dan belum ditentukan secara dominan oleh pengaruh perlakuan pemupukan. Selain itu, tingkat perkecambahan lebih dipengaruhi oleh ketersediaan air atau kelembapan tanah. Menurut Pawirosemadi (2011), perkecambahan tebu dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor dalam (internal) maupun faktor luar (eksternal) tanaman. Beberapa faktor yang berpengaruh tersebut antara lain zat pengatur tumbuh, varietas, status hara, gradien perkecambahan, panjang potongan bagal, letak mata pada penanaman, penundaan penanaman, adanya pelepah daun, aerasi, serta kelembapan. Kelembapan tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkecambahan.

Efektivitas perlakuan mulai terlihat dari pengamatan populasi tanaman atau 3 BST. Selanjutnya diikuti perkembangan yang lebih baik pada BST berikutnya. Menurut Riajaya (2018), puncak kebutuhan air pada fase pemanjangan batang bersamaan dengan musim hujan (3-4 bulan). Pada parameter bobot, nilai perlakuan pemupukan PHE dosis 60.000 liter ditambah pupuk anorganik 75% meningkatkan bobot tebu secara signifikan dibandingkan dengan kontrol. Sesuai dengan hasil penelitian Arroldi et al. (2011), perlakuan *vinasse* cenderung memiliki bobot kering tajuk tebu lebih baik dibandingkan tebu tanpa penambahan *vinasse*. Selain itu, vinase pada dosis tertentu selain mampu meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air, kemungkinan sekaligus juga memberikan tambahan unsur hara makro dan mikro tanaman Bustamante et al. (2005).

Kelebihan lain dari efektivitas PHE dikarenakan bentuknya pupuk berupa cairan yang lebih efektif dibanding aplikasi pupuk padat atau granular. Dalam bentuk cairan efektivitas lebih merata pada tanaman dan tanah. Sesuai dengan penelitian Pancapalaga (2011), bahwa pupuk cair lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai dan manfaatnya lebih cepat terasa. Selain itu PHE yang digunakan memiliki pH 6,43 atau di kisaran netral, sehingga kinerja pertumbuhan mikroba fungsional optimal. Hal ini sesuai dengan penelitian Firdausi et al. (2016), bahwa pH optimum pertumbuhan mikroba terletak antara pH 6,5 sampai 7,5. Sedangkan apabila pH media tidak optimal maka akan mengganggu kerja enzim dan berakibat mengganggu pertumbuhan mikroba. Dengan pH produk yang netral diharapkan juga memperbaiki pH tanah yang rendah dan tergolong masam.

3.2. Pengaruh Pupuk Hayati Enero pada Produktivitas Tebu di Lahan Kering

Perkembangan tebu selanjutnya dilihat juga dari sisi rendemen dan produktivitasnya. Perlakuan memberikan dampak yang baik pada rendemen dan produktivitas. Hal ini diketahui pada Tabel 3.

Tabel 3. Produktivitas dan rendemen perlakuan dan kontrol di lahan kering

No	Parameter	Perlakuan	Kontrol	% Peningkatan
1	Produktivitas (ton/ha)	921,81	758,17	21.58
2	Rendemen (%)	8,49	8,35	1.68
3	Produktivitas Hablur (ton/ha)	7,83	6,33	23.70

Berdasarkan pada tabel diatas diketahui baik produktivitas tebu dan hablur serta rendemen dari perlakuan PHE dikombinasikan 75% pupuk anorganik memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan aplikasi 100% pupuk anorganik. Produktivitas pada perlakuan sebesar 921,81 ton/ha lebih tinggi dari kontrol 758,17 ton/ha. Hal ini menunjukkan aplikasi PHE dan pupuk anorganik 75% memberikan tingkat produktivitas tebu lebih baik dibanding aplikasi dengan pemupukan anorganik 100%. Pada perlakuan, produktivitas meningkat sebesar 21,58%. Pada rendemen perlakuan sebesar 8,49% lebih tinggi dari kontrol 8,35%. Hal ini menunjukkan aplikasi PHE dan pupuk anorganik 75% memberikan tingkat rendemen lebih baik dibanding aplikasi dengan pemupukan anorganik 100%. Pada perlakuan, rendemen meningkat sebesar 1,68%. Selanjutnya, produktivitas hablur atau gula pada perlakuan sebesar 7,83 ton/ha lebih tinggi dari kontrol 6,33 ton/ha. Hal ini menunjukkan aplikasi PHE dan pupuk anorganik 75% memberikan tingkat produktivitas hablur lebih baik dibanding aplikasi dengan pemupukan anorganik 100%. Pada perlakuan produktivitas hablur meningkat sebesar 23,70%. Peningkatan produktivitas dan rendemen pada perlakuan ditunjang dari hasil bobot tebu pada masa pertumbuhan yang tinggi. Bobot pada perlakuan berbeda signifikan. Peningkatan produktivitas dan rendemen berdampak pada peningkatan pendapatan yang diterima.

3.3. Nilai Tambah Pupuk Hayati Enero pada Produktivitas Tebu di Lahan Kering

Berdasarkan pada produktivitas dan rendemen diatas maka dapat dihitung pula nilai tambah dari aplikasi PHE + pupuk anorganik 75% (perlakuan) dibandingkan dengan pupuk anorganik 100% (kontrol) yang tersaji pada analisa ekonomi pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisa ekonomi perlakuan dan kontrol di lahan kering

No	Perlakuan	Selisih biaya (Rp) (a)	Tambahan hablur (Ton/ha) (b)	Tambahan pendapatan (Rp) (c = b*Harga Gula)	(Rp) (d = c + a)	(%) (e = d/g*100)
1	Pupuk Hayati Vinase + 75% Pupuk Anorganik (P)	203,750	1.50	14,505,840	14,709,590	23.77
2	Pupuk Anorganik 100% (K)	-	-	-	-	-

Keterangan: Asumsi harga gula Rp9.700/kg

g : (Jumlah hablur kontrol per hektar (ton) x Harga gula/kg x 1.000)-Jumlah biaya saprodi kontrol) = (6,33 ton x Rp.9.700,- x 1.000)-Rp.1.417.500,- = Rp.61.889.695,

Diketahui pemupukan perlakuan PHE dosis 60.000 kl dan pupuk anorganik 75% menghasilkan tambahan hablur (gula) lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yaitu mencapai 1,50 ton gula per hektar. Apabila dinilai dari tingkat pendapatan maka tambahan yang dapat diperoleh apabila aplikasi dilakukan dengan pemupukan PHE dan pupuk anorganik 75% setara dengan dengan Rp14.505.840,- per hektar. Hal ini didukung dari pencapaian produktivitas dan rendemen perlakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan

kontrol. Jika di persentase nilai tambah yang diberikan atas perlakuan sebesar 23,77% dibanding kontrol.

4. Kesimpulan

Perlakuan pemupukan terpadu PHE dosis 60.000 kl dan 75% pupuk anorganik (perlakuan) dibanding 100% pupuk anorganik (kontrol), menunjukkan bahwa perlakuan dapat meningkatkan bobot tebu secara signifikan dibandingkan dengan kontrol, demikian halnya dengan produktivitasnya baik produktivitas tebu dan produktivitas hablur (gula). Jika dianalisa ekonomi, pemupukan terpadu PHE dan pupuk anorganik 75% memberikan nilai tambah 23,77% atau setara Rp 14.505.840,- lebih baik dibandingkan dengan kontrol.

5. Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direksi PT Energi Agro Nusantara atas diperkenalkannya menggunakan anggaran perusahaan untuk penelitian ini. Terima kasih pula kepada Pabrik Gula Gempolkrep dan Pusat Penelitian Gula dibawah naungan PT Perkebunan Nusantara X atas bantuannya dalam penelitian ini, serta semua pihak terlibat lainnya.

6. Daftar Pustaka

- Alfi, AN. 2017. Pengembangan Perkebunan Tebu jadi Fokus Tahun Depan, diakses pada 1 Nopember 2018, (<http://jakarta.bisnis.com/read/20171213/452/717737/pengembangan-perkebunan-tebu-jadi-fokus-tahun-depan>)
- Arrodli, MZ, Muhtini & Taryono. 2011. Pemanfaatan *Vinasse*-Limbah Industri Alkohol untuk Perbaikan Sifat Fisik Tanah dalam Pengembangan Tebu (*Saccharum officinarum* L) di Lahan Pasir Pantai. *Sains dan Teknologi Lingkungan*: 108-114, 112
- BAPPENAS. 2008. Kapasitas Giling Tebu dan Produksi Gula, diakses pada 1 Nopember 2018, (<http://www.bappenas.go.id/node/138/353/kapasitas-giling-tebu-danproduksi-gula/>)
- Bustamante M.A, Poredes, C, Moral R, Moreno-Casseles J & Perez-Murcia MD. 2005. Use of Winery and Distillery Effluents in Agriculture: Characterization of Nutrient and Hazardous Component. *Water Science and Technology*, 51: 145-151.
- Dhiyaudzikrillah. 2011. Pengelolaan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*. L) Lahan Kering di PT Gula Putih Mataram, Lampung dengan Aspek Khusus Tebang, Muat dan Angkut, Skripsi S1, Institut Pertanian Bogor
- Firdausi N, Muslihatin W & Nurhidayati T. 2016. Pengaruh Kombinasi Media pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap pH dan Unsur Hara Fosfor Dalam Tanah. *Sains dan Seni ITS*: E-55
- Pancapalaga, Wehandaka. 2011. Pengaruh Rasio Penggunaan Limbah Ternak dan Hijauan terhadap Kualitas Pupuk Cair. *Gamma*, 7 (1) 61- 68
- Pawirosemadi, M. 2011. Dasar-dasar Teknologi Budidaya Tebu dan Pengolahan Hasilnya. Penerbit Universitas Negeri Malang (UM PRESS), hlm: 80, 495, 561
- Riajaya, P.D. 2018. Kebutuhan Air Tanaman Tebu, diakses pada 1 Nopember 2018, (<http://balittas.litbang.pertanian.go.id/index.php/publikasi/60-info-teknologi/380-kebutuhan-air-tanaman-tebu>)
- Sitanggang, N. 2018. Kemtan Incar Produksi Gula 3,8 Juta Ton di Tahun 2019, diakses pada 1 Nopember 2018, (<http://agribisnis.co.id/kemtan-incar-produksi-gula-3-8-juta-ton-di-tahun-2019/>)

Respon Varietas Tebu terhadap Dua Metode Inokulasi Teliospora Jamur Luka Api *Sporisorium scitamineum*

The Response of Sugarcane Variety to Two Inoculation Methods of *Sporisorium scitamineum* Teliospores

Nurul Hidayah

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Jl. Raya Karangploso Kotak Pos 199 Malang 65152

Email: hidaqoimun@gmail.com

Abstrak. Penyakit luka api yg disebabkan oleh jamur *Sporisorium scitamineum* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman tebu. Patogen ini menginfeksi tanaman melalui mata tunas. Tanaman tebu yg terinfeksi jamur *S. scitamineum* tidak dapat berproduksi secara maksimal dan kualitasnya juga menurun. Kerugian yg ditimbulkan bervariasi, tergantung tingkat ketahanan tanaman terhadap *S. scitamineum*. Kehilangan hasil pada varietas yang rentan dapat mencapai lebih dari 60%. Oleh karena itu penggunaan varietas tahan dianggap sebagai metode pengendalian yang efektif terhadap penyakit luka api. Salah satu tahapan untuk memperoleh varietas tahan adalah melakukan skrining varietas. Salah satu hal penting dalam skrining varietas adalah metode inokulasi yang tepat. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan menguji metode inokulasi yang tepat untuk pengujian tanaman tebu terhadap *S. scitamineum*. Dua varietas tanaman tebu Q208^A (intermediate tahan) dan Q205^A (sangat rentan) diinokulasi dengan menggunakan dua metode: perendaman selama 10 menit dalam suspensi teliospora *S. scitamineum* dan pelukaan dengan cara injeksi mata tunas dengan teliospora *S. scitamineum*. Hasil penelitian menunjukkan perendaman selama 10 menit menghasilkan kejadian penyakit lebih tinggi dibandingkan injeksi. Ini mengindikasikan bahwa metode inokulasi dengan merendam bibit tebu selama 10 menit dalam suspensi teliospora *S. scitamineum* dapat digunakan dalam kegiatan skrining varietas. Perendaman dalam teliospora juga merupakan metode yang telah banyak digunakan dalam screening ketahanan varietas tebu terhadap penyakit luka api. Salah satunya disebabkan metode perendaman dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan ketahanan eksternal yang kemungkinan dimiliki oleh tanaman tebu. Sementara metode pelukaan dapat merusak ketahanan eksternal dan injeksi membantu teliospora masuk ke dalam jaringan tanaman secara langsung.

Kata kunci: *Sporisorium scitamineum*, penyakit luka api

Abstract. Smut disease caused by *Sporisorium scitamineum* is one of the important diseases of sugarcane. The pathogen infects the host through the bud(s). The infected cane will lose its yield and quality. The yield losses varied depending on the resistant level of the plant to *S. scitamineum*. The susceptible varieties may lose its yield up to 60%. Up to date, the use of resistant varieties is the most effective method for the control of smut disease. One of the stages to obtain resistant varieties is through varietal screening. In addition, the use of proper inoculation method determines the success of varietal screening activity. This study aimed to evaluate proper inoculation methods for sugarcane screening to smut. Two sugarcane varieties Q208^A (intermediate resistant) and Q205^A were inoculated with two inoculation methods: dip in teliospore suspension for 10 minutes and injection with teliospore suspension. The result revealed that 10 minutes dip in teliospore suspension resulted in higher smut incidence than injection method. This result indicates that dipping the cane setts in teliospore suspension could be applied to support varietal screening activity. In addition,

dipping in teliospore suspension might be useful to assist in determine the external resistance mechanism that the sugarcane poses. In contrast, the injection method may break the external resistance and assists the teliospores to penetrate host tissues.

Key words: *Sporisorium scitamineum*, sugarcane smut disease

1. Pendahuluan

Penyakit luka api pada tanaman tebu disebabkan oleh salah satu spesies dari kelompok jamur basidiomycetes yaitu *Sporisorium scitamineum* (Syd) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw. (Comstock et al. 1983). Penyakit ini pertama kali ditemukan di daerah Natal, Afrika Selatan pada tahun 1877, selanjutnya menyebar ke daerah pertanian tebu di bagian lain Afrika, Brazil, Amerika, dan Indonesia (Alfieri 1978, Hoy et al. 1986, Sundar et al. 2012). Di Australia penyakit luka api pertama kali ditemukan tahun 1998 di daerah pertanian tebu di Western Australia yang mengakibatkan dihentikannya pengembangan tebu di daerah tersebut karena kerugian total yang diakibatkan oleh luka api (Braithwaite et al. 2004). Delapan tahun kemudian, penyakit luka api ditemukan di pusat pengembangan tebu di Queensland dan sekarang penyakit ini telah menyebar di seluruh pertanian tebu yang ada di Australia (Bhuiyan et al. 2009).

Penyakit luka api termasuk salah satu penyakit tebu yang mudah dikenali gejalanya di lapangan, karena gejala yang ditimbulkan sangat khas yaitu terbentuknya sorus pada ujung tanaman tebu yang terinfeksi jamur *S. scitamineum*. Sorus yang berbentuk seperti cambuk ini terdiri atas teliospora *S. scitamineum* yang ditutupi oleh lapisan tipis berwarna perak yang merupakan bagian dari jaringan tanaman tebu. Membran tersebut sangat mudah rusak sehingga memungkinkan teliospora untuk menyebar ke tanaman atau lokasi lain dengan bantuan angin. Selain pada batang utama, sorus juga dapat terbentuk pada batang samping. Pada serangan yang parah, tanaman tebu akan memproduksi banyak batang samping yang kecil-kecil sehingga pertumbuhan tanaman mirip dengan rumput-rumputan (Sundar et al. 2012).

Teliospora jamur *S. scitamineum* menginfeksi tanaman tebu melalui mata tunas yang selanjutnya berkembang di dalam jaringan tanaman dan menyebabkan infeksi sistemik. Akibatnya, bibit yang berasal dari tanaman yang terinfeksi akan menghasilkan tanaman terinfeksi pula. Tanaman tebu yang terinfeksi *S. scitamineum* ini tidak dapat berproduksi secara optimal dan kualitasnya juga menurun. Tingkat kerugian hasil, tergantung pada ketahanan tanaman terhadap patogen. Varietas yang rentan dapat kehilangan hasil hingga lebih dari 60% (Magarey et al. 2010). Di beberapa negara, kerugian hasil akibat luka api juga beragam, berkisar 30%, dengan menyebut tanaman ratoon yang terinfeksi lebih tinggi kerugiannya dibandingkan tanaman PC (*plant cane*) (Que et al. 2014). Oleh karena itu penggunaan varietas tahan dianggap sebagai metode yang efektif untuk mengendalikan penyakit luka api ini (Schenck 1999; Braithwaite et al. 2004; Bhuiyan et al. 2015; McNeil et al. 2018).

Secara umum diketahui ketahanan tanaman tebu terdiri atas dua macam; ketahanan eksternal dan internal (Bhuiyan et al. 2009; McNeil et al. 2018). Ketahanan eksternal meliputi morfologi mata tunas, keberadaan trichome di sekitar mata tunas, serta kemampuan mata tunas untuk menghasilkan senyawa metabolit yang dapat berfungsi mengendalikan patogen. Sedangkan ketahanan internal terjadi di dalam jaringan tanaman, setelah patogen berhasil menaklukkan ketahanan eksternal, sebagai respon terhadap serangan patogen. Ketahanan internal berupa kemampuan tanaman untuk menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang berpotensi menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen (McNeil et al. 2018). Tanaman tebu yang mempunyai dua tipe ketahanan tersebut diyakini akan dapat memiliki tingkat ketahanan yang tinggi terhadap serangan *S. scitamineum* (Bhuiyan et al. 2015; Schaker et al. 2016; McNeil et al. 2018). Usaha

untuk mendapatkan varietas tahan salah satunya dapat dilakukan melalui skrining varietas, yang salah satu tahapan pentingnya adalah penggunaan teknik inokulasi yang tepat.

Pada umumnya, teknik inokulasi jamur *S. scitamineum* ada dua macam yaitu perendaman dan injeksi. Perendaman dilakukan dengan cara merendam benih tebu di dalam suspensi teliospora jamur dalam waktu tertentu. Dengan metode perendaman ini memungkinkan untuk mengidentifikasi keberadaan ketahanan eksternal yang dimiliki oleh suatu genotipe. Sementara metode injeksi dilakukan dengan cara menginjektikan suspensi teliospora jamur pada bagian bawah mata tunas dengan menggunakan *syringe*. Penggunaan metode injeksi merupakan cara untuk mematahkan ketahanan eksternal karena dengan injeksi teliospora jamur akan dengan mudah masuk ke dalam jaringan tanaman melalui luka yang ditimbulkannya. Karen et al. (2012) menyebutkan tanaman tebu yang diinokulasi teliospora *S. scitamineum* dengan perendaman namun tidak menghasilkan gejala kemungkinan menunjukkan bahwa tanaman tersebut memiliki ketahanan eksternal, sedangkan tanaman tebu yang diinjeksi dan tetap sehat kemungkinan memiliki ketahanan internal.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji metode inokulasi teliospora *S. scitamineum* dalam menimbulkan gejala luka api pada tanaman tebu.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan tempat.

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Plant Pathology, UQ Gatton Campus pada bulan Maret – Oktober 2015.

2.2. Persiapan bahan tanaman.

Varietas tebu yang digunakan adalah Q208^A dan Q205^A yang diketahui masing-masing bersifat intermediate tahan dan sangat rentan terhadap *S. scitamineum*. Benih tebu dipersiapkan dengan cara memotong batang tanaman sepanjang 8 cm dengan satu mata tunas, kemudian dibersihkan dari sisa-sisa daun serta kotoran yang melekat dengan menggunakan air kran. Selanjutnya benih diperlakukan dengan *hot water treatment* (HWT) pada suhu 52 °C selama 30 menit.

2.3. Persiapan inokulum.

Inokulum yang digunakan berupa teliospora yang berasal dari cambuk yang dikoleksi dari varietas Q205^A yang terinfeksi *S. scitamineum*. Suspensi teliospora dipersiapkan dengan cara menambah 1 g teliospora ke dalam 1 L air, kemudian dicampur dengan beberapa tetes Tween 20. Selanjutnya konsentrasi teliospora dihitung menggunakan *hemocytometer*. Konsentrasi akhir yang digunakan untuk inokulasi adalah 5×10^6 teliospore per mL. Inokulasi dengan cara perendaman dilakukan dengan cara merendam 10 benih masing-masing varietas ke dalam suspensi teliospora selama 10 menit pada suhu 30 °C. Injeksi dilakukan dengan cara menyuntikkan suspensi teliospora pada bagian bawah mata tunas (10 benih per varietas). Inokulasi dengan cara perendaman dilaksanakan dengan menggunakan *water bath* (Gambar 1).



Gambar 1. Perendaman benih tebu di dalam suspensi teliospore *S. scitamineum* pada suhu 30 °C selama 10 menit dengan menggunakan *water bath*

2.4. Pemeliharaan tanaman.

Bibit yang telah diinokulasi ditanam pada media vermikulit dengan menggunakan *tray* untuk pembibitan. Selama periode perkecambahan, bibit dipelihara di dalam *growth chamber* pada suhu 30 °C selama 2 minggu kemudian dipindahkan ke pot (Ø= 20 cm) dengan media *potting mix* dan diletakkan di dalam rumah kaca. Selama periode pertumbuhan, tanaman diberi pengairan rutin dengan irigasi otomatis (tiga kali sehari, setiap irigasi selama 10 menit).

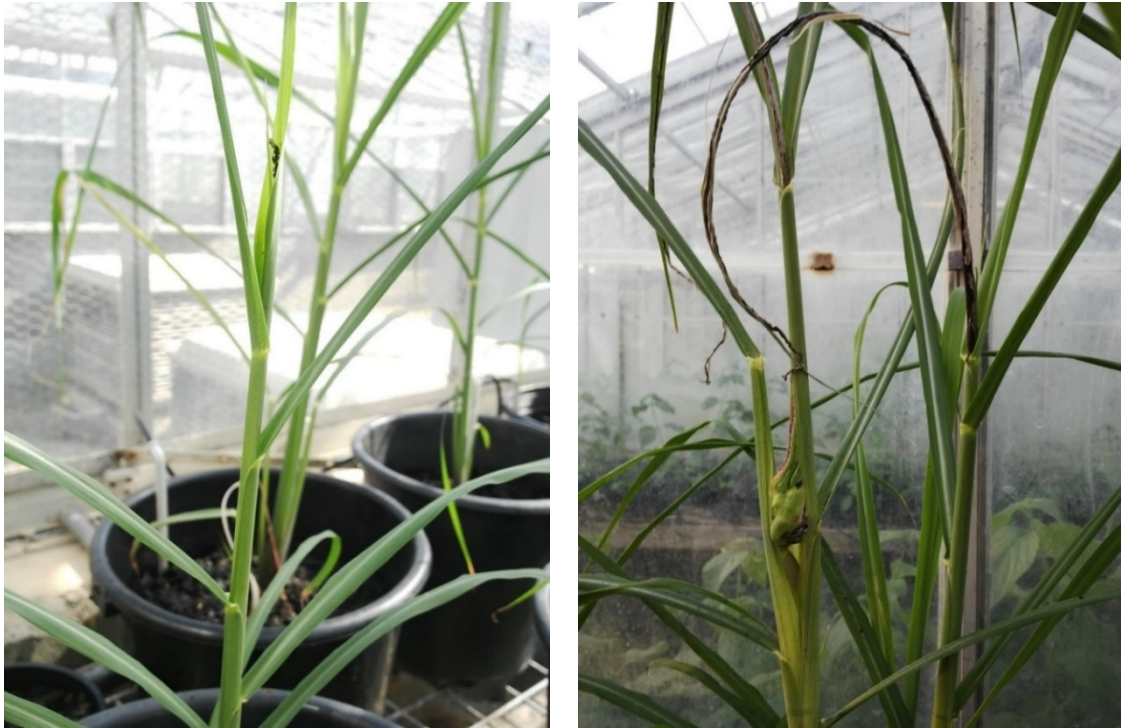
2.5. Pengamatan penyakit.

Pengamatan dilakukan setiap hari dengan mencatat jumlah tanaman yang bergejala luka api yang dimulai sejak awal munculnya sorus. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menghitung persentase kejadian penyakit dengan rumus $D=I/T$, D adalah kejadian penyakit (%), I adalah jumlah tanaman terinfeksi dan T adalah total tanaman yang diamati (Bhuiyan et al. 2009).

3. Hasil dan Pembahasan

Gejala penyakit luka api pada tanaman tebu sangat mudah dikenali, yakni dengan terbentuknya cambuk pada bagian ujung tanaman (Gambar 2). Pada serangan lebih lanjut, tanaman akan banyak menghasilkan tunas samping namun diameternya lebih kecil dan pertumbuhannya menjadi mirip dengan rumput (Gambar 3). Cambuk luka api juga akan terbentuk pada tunas-tunas samping tersebut.

Pada penelitian ini, cambuk yang berupa sorus itu pertama kali muncul pada minggu ke-8 setelah inokulasi pada varietas Q205^A yang diinokulasi dengan metode perendaman (Gambar 4). Selanjutnya kejadian penyakit luka api tersebut meningkat seiring dengan pertumbuhan tanaman. Sementara itu dengan metode inokulasi yang sama, cambuk luka api tidak terbentuk sama sekali pada varietas Q208^A bahkan sampai akhir pengamatan pada minggu ke-20.

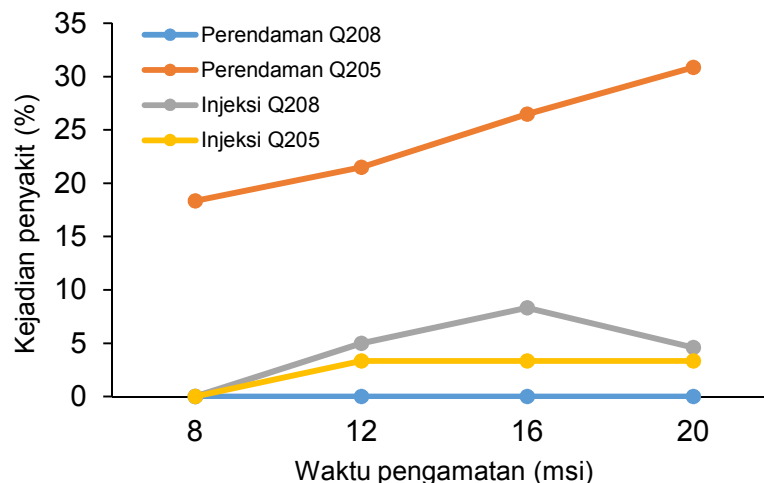


Gambar 2. Pertumbuhan awal cambuk pada tanaman tebu yang diinokulasi teliospore *S. scitamineum* (a); cambuk akan terus memanjang seiring dengan pertumbuhan tanaman (b)



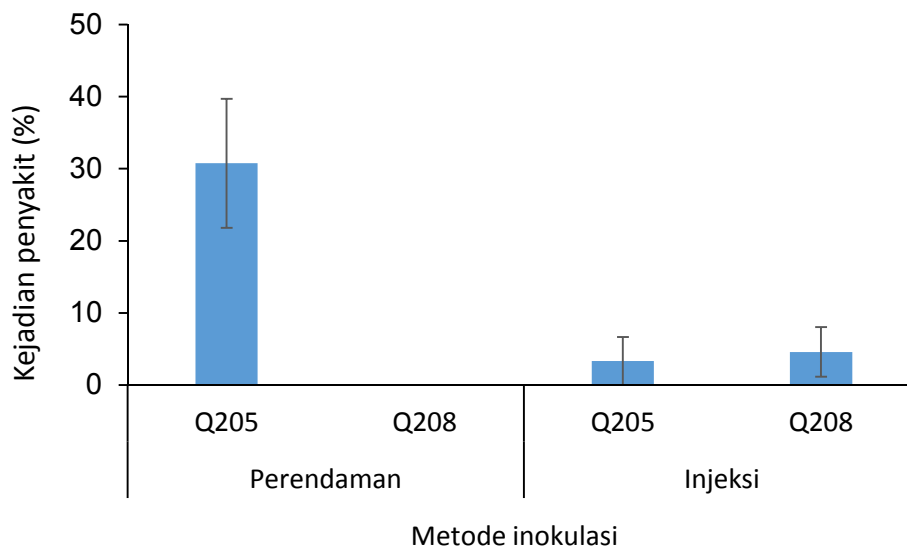
Gambar 3. Gejala merumput tanaman tebu yang terinfeksi parah oleh *S. scitamineum*, anakan banyak terbentuk namun diameternya kecil-kecil dan cambuk juga terbentuk pada tunas-tunas samping

Inokulasi dengan metode injeksi pada kedua varietas, Q205^A dan Q208^A, diketahui menghasilkan gejala untuk pertama kali pada minggu ke-12 setelah inokulasi, lebih lambat 4 minggu dari perendaman. Hal ini kemungkinan disebabkan perbedaan konsentrasi spora yang bisa masuk ke dalam jaringan tanaman.



Gambar 4. Perkembangan penyakit luka api pada dua varietas tebu yang diinokulasi dengan metode perendaman dan injeksi

Perbedaan dua metode inokulasi juga menghasilkan tingkat kejadian penyakit yang berbeda pada kedua varietas. Kejadian penyakit luka api tertinggi (>30%) terjadi pada varietas Q205^A yang diinokulasi dengan metode perendaman (Gambar 5). Sementara itu varietas Q208^A yang diinokulasi melalui perendaman tidak menghasilkan gejala sama sekali. Varietas Q208^A menunjukkan gejala luka api ketika diinokulasi dengan metode injeksi (Gambar 5). Perbedaan respon kedua varietas terhadap dua metode inokulasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan mekanisme ketahanan pada kedua varietas tersebut. Dalam hal ini, tidak munculnya gejala pada varietas Q208^A ketika diinokulasi dengan metode perendaman kemungkinan mengindikasikan bahwa varietas tersebut memiliki ketahanan eksternal, namun tidak memiliki ketahanan internal karena ketika diinokulasi dengan cara injeksi tanaman dapat menghasilkan gejala luka api, yaitu terbentuknya cambuk pada bagian ujung tanaman. Sebaliknya varietas Q205^A tidak memiliki tipe ketahanan apapun, baik eksternal maupun internal, karena ketika diinokulasi dengan dua metode yaitu perendaman dan injeksi, tanaman dapat menghasilkan gejala. Aitken et al. (2012) menyatakan bahwa perbedaan respon kultivar tebu setelah diinokulasi dengan perendaman dan injeksi dapat mengindikasikan adanya perbedaan tipe ketahanan tebu terhadap *S. scitamineum*. Tanaman yang tahan ketika diinokulasi dengan perendaman mengindikasikan bahwa tanaman memiliki ketahanan eksternal, sedangkan tanaman menjadi tidak tahan ketika diinokulasi dengan metode injeksi kemungkinan menunjukkan bahwa tanaman tidak memiliki ketahanan internal. Metode perendaman memungkinkan tanaman untuk mengekspresikan adanya ketahanan eksternal yang dimiliki, sementara metode injeksi, dengan adanya pelukaan yang disebabkan dari perlakuan injeksi tersebut menyebabkan tanaman dapat kehilangan ketahanan eksternalnya dan membantu teliospore untuk masuk ke dalam jaringan tanaman. Kultivar tebu yang tidak menghasilkan gejala luka api ketika diinokulasi dengan metode perendaman maupun injeksi kemungkinan mengindikasikan bahwa kultivar tersebut memiliki ketahanan eksternal dan internal.



Gambar 5. Kejadian penyakit luka api pada dua varietas tebu yang diinokulasi dengan cara perendaman dan injeksi

Kultivar tebu memiliki tipe ketahanan yang berbeda-beda terhadap *S. scitamineum*. Ada yang memiliki ketahanan eksternal atau internal saja, ada yang memiliki dua tipe ketahanan, eksternal dan internal, tetapi ada juga yang tidak memiliki tipe ketahanan apapun terhadap infeksi *S. scitamineum*. Kultivar tebu yang memiliki dua tipe ketahanan diyakini lebih mampu bertahan terhadap serangan *S. scitamineum* (Bhuiyan et al. 2015; McNeil et al. 2018).

Ketahanan eksternal berkaitan dengan morfologi mata tunas dan senyawa kimia yang dihasilkan oleh mata tunas tersebut yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan patogen (Waller 1970). Penelitian terhadap dua kultivar tebu yang memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap *S. scitamineum* menunjukkan bahwa kultivar yang tahan memiliki trichome yang lebih tinggi (316.6 trichomes per mm²) dibandingkan dengan kultivar yang rentan (250 trichomes per mm²) (Gloria et al. 1999). Trichome dapat mencegah spora *S. scitamineum* untuk menginfeksi permukaan tebu (Lazniewska et al. 2012). Adapun ketahanan internal terjadi karena adanya interaksi antara tanaman inang dengan patogen. Ketahanan internal melibatkan senyawa kimia yang terbentuk di dalam jaringan tanaman sebagai reaksi adanya serangan patogen (Aitken et al. 2012; Bhuiyan et al. 2013). Dengan demikian ketahanan internal dapat terekspresi ketika patogen berhasil mempenetrasi jaringan tanaman inang.

Adanya respon yang berbeda dari dua varietas tebu yang diuji dengan dua metode inokulasi menunjukkan bahwa metode tersebut dapat digunakan dalam kegiatan skrining kultivar tebu terhadap *S. scitamineum*. Metode injeksi dapat merusak ketahanan eksternal kultivar, karena adanya pelukaan yang ditimbulkan akibat injeksi, sedangkan metode perendaman memungkinkan kultivar untuk mengekspresikan ketahanan eksternal yang dimiliki.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa varietas tebu Q205^A tidak memiliki ketahanan apapun (baik eksternal maupun internal) terhadap *S. scitamineum*, sedangkan varietas Q208^A kemungkinan memiliki ketahanan eksternal, namun tidak memiliki ketahanan internal karena ketika diinokulasi dengan metode injeksi, kultivar dapat menghasilkan gejala.

5. Daftar Pustaka

- Aitken, KS, Bhuiyan, SA, Berkman, P, Croft, BJ & McNeil, M. 2012. Investigation of the Genetic Mechanisms of Resistance to *Smut* in Sugarcane. *Proceedings of International Society of Sugar Cane Technologists*, pp. 1-9.
- Alfieri, SA, Seymour, CP & Miller, JW. 1979. Sugarcane *Smut* in Florida. *Phytopathology*, vol. 69, no. 1, pp. A2-A.
- Bhuiyan, S, Croft, BJ & Cox, MC. 2009. Survival of Sugarcane *Smut* Teliospores under South East Queensland Conditions. *Proc Aust Soc Sugar Cane Technol*, vol. 31, pp. 135-44.
- Bhuiyan, SA, Croft, BJ, Deomano, EC, James, RS & Stringer, JK. 2013. Mechanism of Resistance in Australian Sugarcane Parent Clones to *Smut* and the Effect of Hot Water Treatment. *Crop & Pasture Science*, vol. 64, pp. 892-900.
- Bhuiyan, SA, Croft, BJ, Stringer, JK & Deomano, EC. 2015. Pathogenic Variation in Spore Populations of *Sporisorium scitamineum*, Causal Agent of Sugarcane *Smut* in Australia. *Plant Disease*, vol. 99, no. 1, pp. 93-9.
- Braithwaite, KS, Bakkeren, G, Croft, BJ & Brumbley, SM. 2004. Genetic Variation in a Worldwide Collection of the Sugarcane *Smut* Fungus *Ustilago scitaminea*. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol*, vol. 26, pp. 48-56.
- Comstock, JC, Ferreira, SA & Tew, TL. 1983. Hawaii's Approach to Control of Sugarcane *Smut*. *Plant Disease*, vol. 67, no. 4, p. 452.
- Gloria, BAd, Albernass, MCC, Amorim, L & Filho, AB. 1999. Morphological Characteristics of Sugarcane Clones, Susceptible and Resistant to *Smut* (*Ustilago scitaminea*), in GP Rao, AB Filho, RC Magarey & LJC Autrey (eds). *Sugarcane Pathology*, Science Publishers, Inc., USA, vol. Volume I: Fungal Diseases, pp. 167-82.
- Hoy, J, Hollier, C, Fontenot, D & Grelen, L. 1986. Incidence of Sugarcane *Smut* in Louisiana and Its Effect on Yield. *Plant Disease*, 70 (1), pp. 59-60.
- Łaźniewska, J, Macioszek, VK & Kononowicz, AK. 2012. Plant-Fungus Interface: The Role of Surface Structures in Plant Resistance and Susceptibility to Pathogenic Fungi. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, vol. 78, pp. 24-30.
- Magarey, RC, Bull, JJ, Sheahan, T & Denney, D. 2010. Yield Losses Caused by Sugarcane *Smut* in Several Crops in Queensland. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol*, vol. 32, pp. 347-54.
- McNeil, M, Bhuiyan, S, Berkman, P, Croft, B & Aitken, K. 2018. Analysis of the Resistance Mechanisms in Sugarcane During *Sporisorium scitamineum* Infection Using RNA-seq and Microscopy. *PLoS ONE*, vol. 13, no. 5, p. e0197840.
- Sundar, AR, Barnabas, EL, Malathi, P & Viswanathan, R. 2012. A Mini-Review on *Smut* Disease of Sugarcane Caused by *Sporisorium scitamineum*, in J Mworio (ed.), *Botany*.
- Que, Y, Xu, L, Wu, Q, Liu, Y, Ling, H, Liu, Y, Zhang, Y, Guo, J, Su, Y, Chen, J, Wang, S & Zhang, C. 2014. Genome Sequencing of *Sporisorium scitamineum* Provides Insights into the Pathogenic Mechanisms of Sugarcane *Smut*. *BMC genomics*, vol. 15, p. 996.
- Schaker, PDC, Palhares, AC, Taniguti, LM, Peters, LP, Creste, S, Aitken, KS, Van Sluys, M-A, Kitajima, JP, Vieira, MLC & Monteiro-Vitorello, CB. 2016. RNAseq Transcriptional Profiling Following Whip Development in Sugarcane *Smut* Disease. *PLoS ONE*, vol. 11, no. 9, p. e0162237.
- Schenck, S 1999, 'Molecular aspects of the sugarcane *smut* disease pathogen, *Ustilago scitaminea*', in GP Rao, AB Filho, RC Magarey & LJC Autrey (eds), *Sugarcane Pathology*, Science Publisher, Inc., USA, vol. I: Fungal Diseases, pp. 131-40.
- Waller, JM. 1970. Sugarcane *Smut* (*Ustilago scitaminea*) in Kenya: II. Infection and Resistance. *Trans. Br. mycol. Soc.*, vol. 54, no. 3, pp. 405-14.

Pembuatan Pias *Trichogramma* spp. dengan Metode Kapsul Making Pias *Trichogramma* spp. Using Capsule Method

Sabar Dwi Komarrudin

Pusat Penelitian Gula, PT Perkebunan Nusantara X

Jengkol, Plosokidul, Plosoklaten, Kediri 64175, Jawa Timur, Indonesia

No HP: +6281333334423

Email: sabardwik@gmail.com

Abstrak. Parasitoid yang digunakan di PT Perkebunan Nusantara X untuk mengendalikan hama penggerek tebu salah satunya adalah *Trichogramma* spp. Pembiakan massal sudah dilakukan di unit-unit Pabrik Gula. Pembuatan pias menggunakan kertas manila untuk menempelkan *Trichogramma* spp. Pemasangan pias di kebun perlu dievaluasi terutama terhadap persen penetasan *Trichogramma* spp. Pembuatan pias metode kapsul diharapkan memudahkan aplikasi pias *Trichogramma* spp. di kebun dan mampu meningkatkan persen penetasan karena telur terlindung dari predator. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 perlakuan dengan 3 ulangan, yaitu T1 (Pembuatan pias dengan kapsul dari bahan styrofoam berbentuk bola dengan diameter + 3 cm), T2 (Pembuatan pias dengan kapsul dari bahan limbah kertas berbentuk bola dengan diameter + 3 cm), dan T3 Kontrol (Pembuatan pias dengan kertas manila ukuran 2 x 8 cm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persen penetasan *Trichogramma* spp. pada pias kapsul lebih tinggi dibandingkan pias kertas manila, begitu juga persen penetasan *Trichogramma* spp. di laboratorium lebih tinggi dibandingkan di kebun, serta aplikasi pias kapsul di kebun lebih mudah dibandingkan pias kertas manila.

Kata kunci: pias, *Trichogramma* spp., kapsul

Abstract. One of the parasitoid used in PT Perkebunan Nusantara X to control sugarcane borer pests is *Trichogramma* spp. Mass breeding has been carried out in sugar factory units. Making pias uses manila paper to attach *Trichogramma* spp. Application of pias in the garden needs to be evaluated especially against the percent hatching of *Trichogramma* spp. Making of capsule method is expected to facilitate the *Trichogramma* spp. pias application in the garden and is able to increase the percentage of hatching because the eggs are protected from predators. The research was carried out with a completely randomized design with 3 treatments with 3 replications, namely T1 (making pias with capsules of spherical form styrofoam with a diameter of + 3 cm), T2 (making pias with capsules of paper-shaped waste material with a diameter of + 3 cm), and T3 Control (making pias with 2x8 cm manila paper). The results showed that the percentage of *Trichogramma* spp. in capsule is higher than pias from manila paper, so is the percentage hatching of *Trichogramma* spp. in the laboratory it is higher than in the garden, and the application of pias capsule in the garden is easier than manila paper.

Keywords: pias, *Trichogramma* spp., capsule

1. Pendahuluan

Hingga saat ini pengendalian secara hayati terhadap hama penggerek batang yang telah berhasil dilakukan adalah dengan menggunakan parasitoid. Contoh parasitoid yang sudah berhasil dikembangkan secara massal dengan baik dan digunakan secara luas di kalangan perkebunan tebu

antara lain lalat jatiroto (*Diatraeophaga striatalis*), lalat *Sturmiopsis inferens*, *Apanteles flavipes*, *Tumidiclava* sp. dan *Trichogramma* spp. (Pramono, 2005).

Parasitoid yang digunakan di PT Perkebunan Nusantara X untuk mengendalikan hama penggerek tebu salah satunya adalah *Trichogramma* spp. Pembiakan massal sudah dilakukan di unit-unit Pabrik Gula. Pembuatan pias menggunakan kertas manila untuk menempelkan *Trichogramma* spp. Dalam aplikasinya, pemasangan pias di kebun perlu dievaluasi terutama terhadap persen penetasan *Trichogramma* spp.

Pelepasan *Trichogramma* spp. dapat dilakukan dengan cara manual dan mekanis. Pelepasan *Trichogramma* spp. secara manual sangat umum dilakukan di beberapa negara dimana telah digunakan secara massal sebagai agens pengendali biologi. Pelepasan parasitoid *Trichogramma* spp. sangat tepat apabila dilakukan sebelum munculnya imago atau awal munculnya imago parasitoid dengan menggunakan wadah yang terbuat dari bambu, karton, kertas, dan kapsul yang diletakkan pada tanaman atau menggantungkan pada tanaman. Selain itu pelepasan parasitoid di lapang sangat perlu dilakukan perlindungan dari predator dan cuaca yang tidak menguntungkan (Li, 1994). Pembuatan pias metode kapsul diharapkan memudahkan aplikasi pias *Trichogramma* spp. di kebun dan mampu meningkatkan persen penetasan karena telur terlindung dari predator.

Menurut Li (1994), beberapa kriteria yang umum digunakan di berbagai negara untuk mengevaluasi kesuksesan pelepasan *Trichogramma* spp. adalah peningkatan tingkat parasitasi telur hama sasaran, penurunan kepadatan dan kerugian yang disebabkan oleh hama, kecenderungan peningkatan atau penurunan populasi hama, penurunan biaya produksi, peningkatan kepadatan musuh alami, perbaikan kualitas hasil tanaman, dan mengurangi residu pestisida.

2. Bahan Dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hayati dan kebun Pusat Penelitian Gula PT Perkebunan Nusantara X pada bulan Februari-April tahun 2018. Bahan yang digunakan adalah telur *Corcyra cephalonica* dan starter *Trichogramma* spp. Alat yang digunakan adalah tabung reaksi, styrofoam, kertas manila, gunting, lem, pisau, toples, limbah kertas dan cetakan es.

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 perlakuan dengan 3 ulangan, yaitu T1 (Pembuatan pias dengan kapsul dari bahan styrofoam berbentuk bola dengan diameter + 3 cm), T2 (Pembuatan pias dengan kapsul dari bahan limbah kertas berbentuk bola dengan diameter + 3 cm), dan T3 Kontrol (Pembuatan pias dengan kertas manila ukuran 2 x 8 cm). Telur *C. cephalonica* yang diaplikasikan + 2.000 butir per pias. Starter *Trichogramma* spp. diinvestasikan ke telur *C. cephalonica* dalam tabung reaksi. Pelepasan pias *Trichogramma* spp. dilakukan di dalam toples dan di kebun. Spesies *Trichogramma* spp. yang digunakan adalah *T. japonicum* dan *T. chilonis* yang telah dikembangkan di laboratorium.

Pengamatan dilakukan 1 sd 10 hari setelah penaburan telur. Data yang diambil adalah data jumlah telur *C. cephalonica* yang terparasit dan jumlah *Trichogramma* spp. yang menetas baik di laboratorium maupun di kebun. Data yang diperoleh diuji menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan, maka dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%, yaitu hasil pengamatan dibandingkan dengan hasil pengamatan pada perlakuan standar/kontrol.

3. Hasil Dan Pembahasan

Keunggulan parasitoid sebagai agen biokontrol telah terbukti karena mereka mampu membunuh hama pada tahap yang paling kritis (telur) sebelum kerusakan terjadi, bahkan juga setelah terbentuk larva. *Trichogramma* spp. merupakan salah satu parasitoid telur yang dapat menyerang telur beberapa hama Lepidoptera (Rauf, 2000; Ardjanhar et al., 2004; Hamijaya et al., 2004; Wilyus, 2009). Parasitoid telur cenderung lebih efisien untuk mencegah kerusakan dan kerugian yang disebabkan oleh hama penggerek batang dan pucuk tebu, karena proses penekanan populasi terjadi pada fase telur (Meidalima, 2014).

Penggunaan *Trichogramma* spp. sebagai parasitoid telur, diantaranya dapat dilakukan secara inundatif. Pada teknik inundatif, diperlukan teknik pembiakan alternatif yang tepat waktu, murah, dan mudah. Tepat waktu perbanyakan *T. japonicum* dan *T. chilonis* dapat dibuat secara terjadwal, sehingga tersedia sepanjang waktu. Mudah dalam arti bahwa perbanyakan *Trichogramma* spp. dapat dilakukan dengan metode sederhana antara lain dengan menggunakan inang alternatif. Murah bahwa makanan serangga inang alternatif mudah didapatkan serta dengan harga yang terjangkau. Pada perbanyakan *Trichogramma* spp. digunakan inang alternatif, yaitu telur serangga gudang yang dapat tersedia sepanjang waktu. Salah satu spesies serangga hama gudang yang digunakan sebagai inang alternatif adalah *C. cephalonica*.

3.1. Jumlah Telur

Tabel 1 menunjukkan bahwa ada beda nyata jumlah telur pada masing-masing perlakuan. Jumlah telur pada pias kapsul, baik dari *styrofoam* maupun dari limbah kertas lebih tinggi dibanding pias kertas manila. Jumlah telur yang bisa ditampung pias tersebut sekitar 2 sampai dengan 2,5 kali lipat dari pias kertas manila. Hal tersebut disebabkan oleh luas permukaan kapsul yang berbentuk yang terdapat pada pias berbentuk bola lebih luas dibandingkan pias kertas manila, sehingga dapat menampung telur *C. cephalonica* lebih banyak. Jumlah telur yang digunakan dalam pengamatan di laboratorium maupun di kebun tidak berbeda nyata setiap piasnya.

Tabel 1. Rerata Jumlah Telur Per Pias

No.	Perlakuan	Laboratorium		Kebun	
		<i>T. japonicum</i>	<i>T. chilonis</i>	<i>T. japonicum</i>	<i>T. chilonis</i>
1	T1	5.259 c	5.025 c	5.104 c	5.022 c
2	T2	4.580 b	4.394 b	4.488 b	4.389 b
3	T3	2.007 a	2.004 a	2.006 a	2.003 a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata (n=3; p<0,01) pada aras kepercayaan 95%.

3.2. Persentase Parasitasi

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase parasitasi yang paling tinggi terdapat pada perlakuan T2 pada pengamatan di laboratorium maupun di kebun dan yang terendah terdapat pada perlakuan T1. Dari pengamatan juga terlihat bahwa persen parasitasi di laboratorium lebih tinggi dibandingkan di kebun. Parasitasi dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Suhu di laboratorium sudah diatur sesuai dengan perkembangan optimal dari *Trichogramma* spp, sementara suhu di kebun tidak bisa diatur.

Selain itu keberadaan inang juga mempengaruhi perkembangan embrio di dalam tubuh inang dengan menyedot energi dan makanan pada saat inangnya masih hidup. Jika ketersediaan nutrisi memenuhi di dalam tubuh inang maka akan mendukung perkembangan parasitoid tersebut. Parasitoid aktif memarasit ketika stadia larva dan membutuhkan makanan yang cukup selama di dalam tubuh inangnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Laba dan

Kartohardjono (1998) yang menyatakan bahwa parasitoid menyedot energi dan memakan pada waktu inangnya masih hidup, pada tingkat perkembangan tertentu (larva) mungkin hanya memarasit telur/nimfa, pupa atau imago inangnya, parasitoid hanya memarasit ketika ia belum dewasa dan berkembang di dalam atau pada satu inang yang perlahan-lahan sampai parasitoid berkembang dengan sempurna.

Tabel 2. Rerata Persentase Parasitasi

No.	Perlakuan	Laboratorium		Kebun	
		T. japonicum	T. chilonis	T. japonicum	T. chilonis
1	T1	93 a	92 a	91 a	91 a
2	T2	94 a	94 a	92 a	93 a
3	T3	94 a	93 a	91 aa	90 a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata ($n=3$; $p<0,01$) pada aras kepercayaan 95%.

Penurunan parasitasi juga bisa disebabkan jumlah keturunan betina dan jantan berbeda jumlahnya. Persentase keturunan betina semakin meningkat dengan bertambahnya jumlah inang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hasriyanty *et. al.* (2007) yang menyatakan bahwa jumlah inang terparasit serta persentase keturunan betina semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah inang, sebaliknya persentase inang terparasit semakin berkurang seiring bertambahnya jumlah inang.

3.3. Persen Penetasan

Tabel 3 menunjukkan bahwa persentase penetasan pias kapsul lebih tinggi dibandingkan pias kertas manila. Dari pengamatan juga terlihat bahwa persen penetasan di laboratorium lebih tinggi dibandingkan di kebun. Penetasan telur dapat dipengaruhi oleh umur dan penurunan kandungan nutrisi di dalam inang parasitoid. Kandungan inang parasitoid yang tidak sesuai untuk perkembangan larva *Trichogramma* spp. dapat menyebabkan kematian parasitoid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Vinson 1994 dalam Susniahti dan Susanto (2005), yang menyatakan bahwa tingkat parasitasi parasitoid dipengaruhi oleh interaksi antara parasitoid dengan inangnya. Interaksi antara keduanya dipengaruhi oleh faktor umur telur, yang dapat dilihat pada proses pengenalan inang, serta nutrisi dalam inang.

Tabel 3. Rerata Persen Penetasan

No.	Perlakuan	Laboratorium		Kebun	
		T. japonicum	T. chilonis	T. japonicum	T. chilonis
1	T1	96 a	96 a	95 a	94 a
2	T2	96 a	95 a	95 a	95 a
3	T3	95 a	94 a	90 b	90 b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata ($n=3$; $p<0,01$) pada aras kepercayaan 95%.

Penurunan penetasan di kebun juga dapat dipengaruhi oleh adanya predator. Hal ini sesuai dengan pernyataan Li (1994), bahwa tidak munculnya imago di kebun dipengaruhi oleh beberapa predator yang menyerang telur yang telah terparasit. Perlindungan terhadap telur diperlukan untuk mencegah predator memakan telur yang telah terparasit.

3.4. Aplikasi Pias di Kebun

Pias dari kertas manila dipasang di daun tebu bagian bawah dan di staples, pada bagian atas dan bawah pias diberi stempet untuk melindungi pias dari predator, kemudian daun ditebuk

ke bawah agar pias terlindungi dari sinar matahari. Pekerjaan memasang pias tersebut kadang tidak dilakukan dengan benar, pemberian stempet kadang tidak dilakukan sehingga pias dapat diserang oleh predator yang mengakibatkan persen penetasan telur *Trichogramma* spp. tidak optimal.

Pemasangan pias metode kapsul lebih mudah, pias hanya diletakkan di ketiak daun, bahkan di beberapa negara sudah menggunakan drone untuk menyebar pias kapsul ini (Biocare, 2018). Selain melindungi dari predator, pias kapsul ini juga bisa melindungi telur *Trichogramma* spp. dari cekaman cuaca (Kabiri *et.al.*, 1990).

4. Kesimpulan Dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penetasan *Trichogramma* spp. pada pias kapsul lebih tinggi dibandingkan pias kertas manila, begitu juga persen penetasan *Trichogramma* spp. di laboratorium lebih tinggi dibandingkan di kebun. Aplikasi pias kapsul di kebun lebih mudah dibandingkan pias kertas manila.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Perkebunan Nusantara X yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis sangat terbantu oleh kerjasama yang sangat baik dari Bpk Purnomo Aji, SP. selaku kepala Puslit Gula, PTPN X. Penulis juga berterima kasih kepada Sdri Muliah dan Sdr. Eko Wiyono tim Seksi Proteksi yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini di lapangan maupun di Laboratorium Hayati Puslit Gula PTPN X

6. Daftar Pustaka

- Biocare. 2018. Trichosafe Capsules. <https://biocare.de/trichosafe-capsules/>. diakses tanggal 22 Oktober 2018.
- Hasriyanty, D. Buchori dan Pudjianto. 2007. Efisiensi Pemasaran Parasitoid *Trichogramma chilonis* Ngaraja dan Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Pada Berbagai Jumlah Inang dan Kepadatan Parasitoid. *J. Entomol. Indon.*, 4 (2): 61-66.
- Kabiri, F., J. Frandon, J. Voegelé, N. Hawlitzky, & M. Stengel. 1990. Evolution of a Strategy for Inundative Releases of *Trichogramma brassicae* Bez. (Hym Trichogrammatidae) against the European Corn Borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep. Pyralidae). In proceedings, ANPP-Second International Conference on Agricultural Pests. Versailles, 4-6 Dec., 1990.
- Laba W dan A Kartohardjono. 1998. Pelestarian Parasitoid dan Predator dalam Pengendalian Hama Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*, XVII (4).
- Li, Ying Li. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for Biological Control on Different Crops. A Survey In: International Organization for Biological control of Noxious Animal and Plants (IOBC); 43-53.
- Meidalima D. 2014. Parasitoid Hama Penggerek Batang dan Pucuk Tebu di Cinta Manis, Ogan Ilir Sumatera Selatan. *Biosaintifika*, 6:1-7.
- Pramono D. 2005. Seri Pengelolaan Hama Tebu secara Terpadu-2. Dioma, Malang
- Susniahti N dan A Susanto. 2005. Pengaruh Umur Telur *Corcyra cephalonica* Stt. yang Diradiasi Ultraviolet Terhadap Perkembangan Parasit *Trichogramma japonicum* Ash. *Agricultura* vol.16 No.3.
- Wilyus. (2009). Survey Eksplorasi Parasitoid Telur Penggerek Batang Padi di Desa Sungai Duren Kecamatan Jambi Luar Kota. *Elektronik Jurnal Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Indonesia Barat*, ISBN 978-979-1415-0-15-7.

Uji Dosis Aplikasi *Trichogramma* spp. di Kebun HGU Pabrik Gula Pesantren Baru, PT Perkebunan Nusantara X

Test Dose of *Trichogramma* spp. application in HGU Plantation, Pesantren Baru Sugar Factory, PT Perkebunan Nusantara X

Sabar Dwi Komarrudin

Pusat Penelitian Gula, PT Perkebunan Nusantara X

Jengkol, Plosokidul, Plosoklaten, Kediri 64175, Jawa Timur, Indonesia

No HP: +6281333334423

Email: sabardwik@gmail.com

Abstrak. Serangan hama penggerek sangat merugikan petani tebu karena menyebabkan kematian tanaman. Kerugian secara nyata dapat terjadi jika batang terserang diatas 10%. Pengendalian hayati hama penggerek dapat dilakukan dengan pelepasan parasitoid *Trichogramma* spp. Dosis aplikasi pias *Trichogramma* spp. di kebun masih berbeda-beda. Diharapkan dengan penelitian ini diketahui dosis yang tepat untuk aplikasi pias *Trichogramma* spp. di kebun sehingga dapat optimal dalam menekan serangan hama penggerek tebu. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dengan 3 ulangan, yaitu T1 (pemasangan pias *Trichogramma* spp. dengan dosis *T. japonicum* 25 lbr/ha dan *T. chilonis* 25 lbr/ha), T2 (Pemasangan pias *Trichogramma* spp. dengan dosis *T. japonicum* 50 lbr/ha dan *T. chilonis* 50 lbr/ha), T3 (pemasangan pias *Trichogramma* spp. dengan dosis *T. japonicum* 100 lbr/ha dan *T. chilonis* 100 lbr/ha), T4 (pemasangan pias *Trichogramma* spp. dengan dosis *T. japonicum* 200 lbr/ha dan *T. chilonis* 200 lbr/ha), dan T5 Kontrol (tidak dilakukan pemasangan pias *Trichogramma* spp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa plot yang tidak diaplikasi pias *Trichogramma* spp. memiliki persentase serangan penggerek tertinggi dan diatas ambang ekonomi (<5%). Dosis aplikasi yang optimal dalam menekan serangan penggerek tebu adalah 100 lembar pias *Trichogramma* spp/ha (+ 200.000 ekor).

Kata kunci: dosis, pias, *Trichogramma japonicum*, *Trichogramma chilonis*, tanaman tebu

Abstract. The attack of borer pests is very detrimental to sugar cane farmers because it causes the death of plants. Real losses can occur if the stem is attacked above 10%. Biological control of borer pests can be done by releasing *Trichogramma* spp. Dosage applications for *Trichogramma* spp. in plantations are still different. It is expected that this research will find the right dosage for *Trichogramma* spp. pias application in the plantations so that it can be optimal in suppressing the attack of sugarcane borers. The study was conducted with a completely randomized design with 5 treatments with 3 replications. Namely T1 (application of *Trichogramma* spp. pias with a dose of *T. japonicum* 25 sheet/hectare and *T. chilonis* 25 sheet/hectare), T2 (application of *Trichogramma* spp. pias with a dose of *T. japonicum* 50 sheet/acres and *T. chilonis* 50 sheet/hectare), T3 (application of *Trichogramma* spp. pias with a dose of *T. japonicum* 100 sheet/acres and *T. chilonis* 100 sheet/hectare), T4 (application of *Trichogramma* spp. pias with a dose of *T. japonicum* 200 sheet/hectare and *T. chilonis* 200 sheet/hectare), and T5 Control (no application of *Trichogramma* spp). The results showed that plots that were not applied by *Trichogramma* spp. had the highest attack, and above the economic threshold (<5%). The optimal application dose in suppressing attacks of sugarcane borer is 100 sheet of *Trichogramma* spp. per hectare (+ 200,000 eggs).

Key words: dose, pias, *Trichogramma japonicum*, *Trichogramma chilonis*, sugarcane

1. Pendahuluan

Hama penggerek pucuk (*Scirpophaga excerptalis* Walker) dan penggerek batang (*Chilo sacchariphagus* Bojer) merupakan hama utama pada perkebunan tebu di Indonesia (Achadian et al., 2012). Serangan hama penggerek sangat merugikan petani tebu karena menyebabkan kematian tanaman. Kerugian secara nyata dapat terjadi jika batang terserang di atas 10%. Berdasarkan percobaan di lapangan, pada tingkat serangan ruas 14,5% oleh *Chilo* spp. dan serangan batang 15,8% oleh *S. excerptalis* dapat menurunkan bobot tebu hingga 45,4 ton/ha (-34%). Penurunan ini setara dengan kehilangan Rp15.890.000/ha (Goebel et al., 2011; Goebel et al., 2014).

Serangan hama penggerek pucuk merupakan salah satu kendala dalam peningkatan produktivitas tebu. Han (1961), menyatakan untuk tingkat serangan rata-rata 50,3%, mengakibatkan kehilangan gula sebesar 8,9%. Sedangkan menurut Wiroatmodjo (1973), kehilangan rendemen dapat mencapai 50% jika menyerang tanaman tebu umur 4-5 bulan dan 4-15% pada tebu yang berumur 10 bulan. Kerugian akibat serangan penggerek yang cukup besar, mengharuskan petani tebu melakukan tindakan pengendalian. Berbagai cara pengendalian dapat dilakukan untuk mencegah kerugian lebih lanjut.

Pengendalian hayati merupakan suatu strategi pengendalian hama yang saat ini banyak dikembangkan sebagai alternatif dari pengendalian secara kimiawi yang dapat menimbulkan resistensi dan resurgensi pada hama sasaran, munculnya hama sekunder, pencemaran lingkungan dan pengaruhnya pada kesehatan manusia serta residu pada produk pertanian dan hewan. Istilah pengendalian hayati pertama kali diartikan sebagai penggunaan musuh alami untuk mengendalikan hama. Akan tetapi kemudian definisi pengendalian hayati berkembang dan diartikan sebagai pengendalian hama tanpa menggunakan senyawa kimia. Sedangkan menurut (DeBach, 1973 dalam Hasriyanty, 2006), pengendalian hayati diartikan sebagai pemanfaatan parasitoid, predator dan patogen untuk memelihara dan menjaga keseimbangan kepadatan populasi suatu organisme lain pada suatu tingkat populasi rata-rata tanpa pengendalian lain. Pengendalian hayati hama penggerek dapat dilakukan dengan pelepasan parasitoid *Trichogramma* spp. (Goebel et al., 2011). Pengendalian hama secara hayati ini, selain lebih mudah dan aman bagi lingkungan juga relatif lebih murah dibandingkan cara kimiawi (Goebel et al., 2014).

Trichogramma spp. telah digunakan secara luas sebagai agensia hayati untuk mengendalikan hama penggerek batang dan pucuk sejak tahun 1970 an (Wiroatmojo, 1973). Pembiakan massal parasitoid ini telah dilakukan di Pabrik-Pabrik Gula PTPN X dan di Puslit Gula PTPN X. Dosis aplikasi dikebun masih berbeda-beda. Diharapkan dengan penelitian ini diketahui dosis yang tepat untuk aplikasi pias *Trichogramma* spp. di kebun sehingga dapat optimal dalam menekan serangan hama penggerek tebu.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Blok G28, Kebun HGU Pabrik Gula Pesantren Baru, PT Perkebunan Nusantara X, pada tahun 2017 sampai dengan 2018. Lahan yang digunakan seluas 2,5 Ha. Bahan yang digunakan adalah pias *Trichogramma japonicum* dan *Trichogramma chilonis*, serta peralatan pemasangan pias seperti stapler dan stempet.

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dengan 3 ulangan, yaitu T1 (pemasangan pias *Trichogramma* spp. dengan dosis *T. japonicum* 25 lbr/ha dan *T. chilonis* 25 lbr/ha), T2 (pemasangan pias *Trichogramma* spp. dengan dosis *T. japonicum* 50 lbr/ha dan *T. chilonis* 50 lbr/ha), T3 (pemasangan pias *Trichogramma* spp. dengan dosis *T. japonicum* 100 lbr/ha dan *T. chilonis* 100 lbr/ha), T2 (pemasangan pias *Trichogramma* spp. dengan dosis *T.*

japonicum 200 lbr/ha dan *T. chilonis* 200 lbr/ha), dan T5 Kontrol (tidak dilakukan pemasangan pias *Trichogramma* spp.) dalam 1 lembar pias terdapat + 2.000 telur. Pias *Trichogramma* spp. disebar sebanyak 8 kali tiap seminggu sekali, dimulai umur tanaman 1,5 bulan. Lahan yang digunakan setiap ulangan adalah 0,05 Ha.

Pengamatan dilakukan 3 kali pada umur tanaman 3, 6, dan 9 bulan. Data yang diambil adalah persentase serangan hama penggerek batang dan penggerek pucuk tebu. Data yang diperoleh diuji menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan, maka dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%, yaitu hasil pengamatan dibandingkan dengan hasil pengamatan pada perlakuan standar/kontrol.

3. Hasil dan Pembahasan

Hama penggerek batang *Chilo auricilius* (Hymenoptera: Crambidae) merupakan hama yang paling penting pada tanaman tebu. Gejala yang ditimbulkan pada tanaman terserang yaitu pucuk daun layu dan kering, pada pangkal batang terdapat ulat, pada batang terdapat bekas gerakan dan biasanya terus tumbuh anakan baru. Serangan hama ini mampu menurunkan rendemen tebu hingga lebih dari 30% sehingga tingkat produksi gula menurun. Turunnya angka rendemen tebu menyebabkan kerugian petani.

Musuh alami yang dapat digunakan untuk menekan hama penggerek batang ini salah satunya adalah parasitoid. Pada umumnya parasitoid berkembang di dalam tubuh inang, sehingga ukuran tubuh parasitoid lebih kecil dan siklus hidupnya lebih pendek. Agen hayati yang sering dijadikan sebagai pengendali hama adalah genus *Trichogramma* dan *Trichogrammatoidea* (Ordo Hymenoptera) Meilin, et al. (2000).

Jenis parasitoid yang telah banyak dikembangkan adalah parasitoid telur, contohnya *Trichogramma chilonis* dan *Trichogramma japonicum*. Parasitoid telur *Trichogramma* spp. telah dilepaskan secara berkala di perkebunan tebu HGU PG Pesantren Baru, PT Perkebunan Nusantara X. *T. chilonis* dan *T. japonicum* telah diketahui dapat memparasiti telur penggerek batang tebu (*C. auricilius*) (Sudarsono, 2011), hal ini senada dengan pernyataan Li (1994), bahwa *T. chilonis* merupakan agen hayati yang paling sukses dalam mengendalikan populasi penggerek batang tebu di Filipina, India, dan Taiwan. Kalshoven (1981), juga menyatakan bahwa parasitoid *Trichogramma* spp. diketahui menyerang telur penggerek pucuk tebu. Sehingga tidak menutup kemungkinan keduanya dapat memparasiti kelompok telur *C. auricilius* yang sama atau juga disebut dengan peristiwa multiparasitisme. Pada saat terjadi multiparasitisme keduanya dapat melakukan interaksi kompetisi antara *T. chilonis* dan *T. japonicum*. Irwan (1992), menyatakan bahwa kompetisi dapat berbentuk perebutan langsung terhadap inang yang terbatas (*resource competition*) atau saling menyakiti antar kedua individu secara langsung dengan kekuatan fisik (*interference competition*). Kompetisi di antara dua atau lebih spesies organisme terhadap sumber daya akan menimbulkan efek yang merugikan kedua belah pihak.

Tabel 1. Persentase Serangan Hama Penggerek Tebu pada Umur Tanaman Tebu

Perlakuan	Penggerek Pucuk			Penggerek Batang		
	3 bln	6 bln	9 bln	3 bln	6 bln	9 bln
T1	1,90 b	4,67 b	5,28 b	4,43 b	5,58 b	5,04 b
T2	0,38 a	1,50 a	1,63 a	2,80 a	3,10 a	2,27 a
T3	0,47 a	1,65 a	1,70 a	2,95 a	3,17 a	2,39 a
T4	0,44 a	1,63 a	1,69 a	2,91 a	3,15 a	2,37 a
T5 (K)	2,04 b	4,90 b	5,76 b	4,95 b	6,21 b	5,27 b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata (n=3; p<0,01) pada aras kepercayaan 95%.

Pengamatan di kebun menunjukkan bahwa aplikasi parasitoid dapat menekan serangan hama penggerek tebu, hal ini terlihat pada Tabel 1, dimana plot T5 yang tidak diaplikasikan parasitoid memiliki persentase serangan penggerek tertinggi dan di atas ambang ekonomi (<5%). Pada plot T1 dimana aplikasi pias *Trichogramma* spp. sebanyak 50 lembar pias per ha tidak berbeda nyata dengan plot kontrol, hal ini sesuai dengan pernyataan Samoedi et al. (1986) bahwa pelepasan sebanyak 50.000 ekor *Trichogramma* per hektar per musim tanam belum cukup mampu menaikkan daya parasitasi. Goebel et al., 2011 menyatakan bahwa minimal jumlah parasitoid yang dilepas untuk menekan serangan hama penggerek tebu adalah ± 100.000 ekor dengan aplikasi *Trichogramma* spp. per minggu mulai umur 1,5-4 bulan.

Aplikasi pias *Trichogramma* spp. yang optimal adalah pada plot T2 dimana serangan hama penggerek paling rendah. Jumlah *Trichogramma* spp. yang diaplikasikan sebanyak 200.00 ekor. Sedangkan Menurut Boedijono (1990) dalam Untung (1993), untuk dapat mengendalikan penggerek batang tebu diperlukan pelepasan *Trichogramma* spp. sebanyak 250.000 telur per hektar.

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa plot yang tidak diaplikasikan pias *Trichogramma* spp. memiliki persentase serangan penggerek tertinggi dan di atas ambang ekonomi (<5%). Dosis aplikasi yang optimal dalam menekan serangan penggerek tebu adalah 100 lembar pias *Trichogramma* spp. per ha (+ 200.000 ekor).

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Perkebunan Nusantara X yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis sangat terbantu oleh kerjasama yang sangat baik dari Bpk Purnomo Aji, SP. selaku kepala Puslit Gula, PTPN X. Penulis juga berterima kasih kepada Sdri Muliah dan Sdr. Eko Wiyono tim Seksi Proteksi yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini di lapangan maupun di Laboratorium Hayati Puslit Gula PTPN X.

6. Daftar Pustaka

- Achadian, E. M., A. Kristini, L. K. Putra dan T. Dianpratiwi. 2012. Hama-Hama Pertanaman Tebu di Jawa: Sebaran, Intensitas Serangan dan Keberadaan Musuh Alami Hama. *MPG 48* (2): 73-83.
- Goebel F. R., E. M. Achadian, A. Kristini, M. Sohib and H. Adi. 2011. Investigation of Crop Losses Due to Moth Borers in Indonesia. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Tech.* 33: 1-9.
- Goebel F. R., E. M. Achadian, P. McGuire. 2014. The Economic Impact of Sugarcane Moth Borers in Indonesia. *Sugar Tech*: 1-6.
- Han Lioe Hong. 1961. Penggerek Pucuk Putih *Scirpophaga auriflua* Zell. Var. intact Sn. P3GI, Pasuruan, hal 105-127.
- Hasriyanty. 2006. Perilaku, Pola Peletakan Telur dan Efisiensi Pemasaran Parasitoid *Trichogramma chilotraeae* Nagaraja & Nagarkatti (Hymenoptera : Trichogrammatidae) pada Berbagai Jumlah Inang dan Kepadatan Parasitoid. Tesis. Institut Pertanian Bogor. 93 hlm.
- Irwan, Z.D. 1992. Prinsip-Prinsip Ekologi dan Organisasi: Ekosistem, Komunitas dan Lingkungan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Li, Li Ying. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for Biological Control on Different Crops: a Survey. In: Wagnberg E, Hassan SA (eds) Biological Control with egg parasitoid. CAB International (Online), Wallingford, pp 37-54, diakses 27 Februari 2016.

- Kalshoven, L. G. E. 1981. Pest of Crops in Indonesia. PT. Ichtiar Baru van Hoeve, Jakarta, pp 594-596.
- Meilin, A., Hidayat, P., Buchori, D., & Kartosuwondo, U. 2000. Parasitoid Telur pada Hama Kubis *Plutella xylostella* (L) (Iponomeutidae). *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan*, (Online), 12(1): 21–26, diakses 24 September 2015.
- Sudarsono, H. 2011. Kajian Beberapa Karakteristik Biologi Penggerek Batang Tebu Berkilat *Chilo auricilius* dan Parasitoidnya (*Trichogramma chilonis*). Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat Unila, (Online), ISBN 978–979-8510-22-9, diakses 28 September 2015.
- Suhartawan. 1992. Penyebaran Hama-Hama Tebu Penting di Indonesia pada Saat Ini. *Berita P3GI* 6: 58-64.
- Untung, K. 1993. Penggunaan Pestisida oleh Petani Tanaman Pangan di Provinsi Jateng dan DI Yogyakarta pada Tahun 1989. *Ilmu Pertanian* 5(2): 575-585.
- Wirioatmodjo, B. 1973. A Brief Report of the Sugarcane Pest at Present and its Control. *Berita BP3G* (1): 1-18.

Perkembangan *Trichogramma* spp. di Laboratorium dan Evaluasi Keberadaan di Lapang

Trichogramma spp. Development in Laboratorium and Evaluation of Existence in The Field

Sabar Dwi Komarrudin¹⁾, Muhammad Aziz Saifuddin²⁾

¹⁾Pusat Penelitian Gula, PT Perkebunan Nusantara X
Jengkol, Plosokidul, Plosoklaten, Kediri 64175, Jawa Timur, Indonesia
No HP: +6281333334423, Email: sabardwik@gmail.com

²⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
Universitas Sebelas Maret, Surakarta
No HP: +6282285288074, Email: mazizsaifuddin@gmail.com

Abstrak. Hama yang sering menyerang tanaman tebu adalah penggerek tebu. Pengendalian hayati menggunakan musuh alami yakni *Trichogramma* spp. merupakan salah satu jalan keluar yang dapat ditempuh untuk mengurangi hama penggerek tebu. *Trichogramma* spp. merupakan parasitoid telur hama penggerek tebu. Pengembangan *Trichogramma* spp. secara massal di laboratorium menggunakan telur inang alternatif yaitu *Corcyra cephalonica*. Jumlah telur *C. cephalonica* yang terparasit *Trichogramma* spp. perlu ditingkatkan agar pias yang disebar di lapangan lebih efektif. Diduga generasi tertentu pada *Trichogramma* spp. di laboratorium mempengaruhi jumlah telur yang terparasit, sehingga perlu diadakan penelitian pada generasi berapa *Trichogramma* spp. dapat memarasit telur *C. cephalonica* paling banyak. Kemudian perlu juga mengetahui apakah *Trichogramma* spp. yang dibiakkan di laboratorium dapat memarasit telur hama penggerek tebu sesuai yang diharapkan atau tidak. Ketiga hal tersebut melatarbelakangi diadakannya penelitian ini. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari dua faktor. Faktor I adalah Suhu yang terdiri dari 3 taraf yaitu: T1 = 15-20°C, T2 = 25-30°C, T3 = 30-35°C. Faktor II adalah waktu pemaparan yang terdiri dari 3 taraf yaitu M1 = 48 jam, M2 = 24 jam, M3 = 24 jam hari kedua. Sehingga didapat 9 kombinasi. Masing masing percobaan akan diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga didapat 27 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu terbaik untuk meningkatkan persentase *Trichogramma* spp. betina adalah 30-35°C dengan waktu parasitasi 24 jam hari pertama yakni betina : jantan adalah 54% : 46%. Tingkat parasitasi terbaik *Trichogramma* spp. terhadap *Corcyra cephalonica* di laboratorium adalah pada generasi ke-5 yakni 91%. Dari 166 butir telur penggerek pucuk yang ditemukan di lapangan terparasit semua dan 40 butir telur diantaranya muncul parasitoid *Telenomus* sp.. Sedangkan pada penggerek batang tebu *Chilo sacchariphagus* ditemukan dari 116 butir telur dan semuanya muncul parasitoid *Trichogramma* spp.

Kata kunci: *chilo sacchariphagus*, *trichogramma* spp, *corcyra cephalonica*, suhu, jam

Abstract. Pests that often attack sugar cane are sugarcane borers. Biological control uses natural enemies, *Trichogramma* spp. is one of the solutions that can be taken to reduce sugarcane borer pests. *Trichogramma* spp. is a parasitoid of sugarcane borer pest eggs. *Trichogramma* spp. development. en masse in the laboratory using an alternative host egg, *Corcyra cephalonica*. The number of *C. cephalonica* eggs parasitized by *Trichogramma* spp. it needs to be improved so that the distribution of information disseminated in the field is more effective. Allegedly a certain generation of *Trichogramma* spp. in the laboratory affects the number of eggs that are parasitized, so it is necessary to conduct research on which generation of *Trichogramma* spp. can parasitize the most *C. cephalonica* eggs. Then you also

need to know whether *Trichogramma* spp. those cultured in the laboratory can parasitize the sugarcane borer eggs as expected or not. These three things are the background of this research. This study uses a Completely Randomized Design (CRD), which consists of two factors. The first factor is temperature which consists of 3 levels: T1 = 15-20°C, T2 = 25-30°C, T3 = 30-35°C. The second factor is the exposure time which consists of 3 levels, namely M1 = 48 hours, M2 = 24 hours, M3 = 24 hours the second day. So there can be 9 combinations. Each experiment will be repeated 3 times so that 27 units of experiments can be obtained. The results show that the best temperature to increase the percentage of *Trichogramma* spp. females are 30-35°C with parasitization time 24 hours the first day ie females: males are 54%: 46%. The best parasitic level of *Trichogramma* spp. against *Corcyra cephalonica* in the laboratory is the 5th generation which is 91%. Of the 166 shoot borer eggs found in the parasitic field all and 40 eggs among them appeared parasitoid *Telenomus* sp. Whereas the borer of the sugarcane *Chilo sacchariphagus* was found from 116 eggs and all of them appeared *Trichogramma* spp. parasitoid.

Keywords: *chilo sacchariphagus*, *trichogramma* spp, *corcyra cephalonica*, temperature, hour

1. Pendahuluan

Gula yang berasal dari tanaman tebu adalah bahan pokok penting bagi manusia seperti di Indonesia. Namun, dalam usaha budi daya tanaman tebu tidak terlepas adanya kendala, salah satunya adalah hama yang menyerang pertanaman tebu sehingga hal tersebut dapat menurunkan angka produksi tebu. Menurut Goebel et al. (2014) produksi gula dapat turun hingga 10% dikarenakan oleh hama penggerek batang. Penggerek batang berkilat (*Chilo auricilius* Dudgeon) dan Penggerek batang bergaris (*Chilo sacchariphagus* Bojer) adalah dua hama yang yang bisa dikatakan berpengaruh terhadap hasil panen tebu.

Salah satu pengendalian hama tebu secara hayati adalah menggunakan musuh alami yaitu parasitoid telur *Trichogramma* spp. yang memiliki keuntungan antara lain tidak mengandung bahan kimia yang merusak lingkungan, tidak merusak keragaman hayati, dan kompatibel dengan cara pengendalian lainnya (Kartohardjono, 2011). Berdasarkan hasil penelitian Buchori et al. (2010), *Trichogramma* spp. betina akan meletakkan telur-telur mereka di dalam telur yang menjadi inang. Sehingga perlu adanya upaya untuk dapat meningkatkan komposisi kelamin betina terhadap jantan dengan harapan agar pias yang disebar lebih efektif. Temperatur sarang menentukan lamanya penetasan dan proses diferensiasi organ gonad untuk penentuan jenis kelamin. Hasil penelitian Murtiyarini et al. (2006), menunjukkan bahwa persentase kelamin betina akan mengalami penurunan seiring menurunnya suhu perlakuan. Namun belum diketahui apakah pada suhu tinggi jenis kelamin betina akan mengalami kenaikan, sehingga perlu diadakan penelitian.

Pengembangan *Trichogramma* spp. secara massal di laboratorium menggunakan telur inang alternatif yaitu *Corcyra cephalonica*. Jumlah telur *C. cephalonica* yang terparasit *Trichogramma* spp. perlu ditingkatkan agar pias yang disebar di lapangan lebih efektif. Diduga generasi tertentu pada *Trichogramma* spp. di laboratorium mempengaruhi jumlah telur yang terparasit, sehingga perlu diadakan penelitian pada generasi ke berapa *Trichogramma* spp. dapat memarasit telur *C. cephalonica* yang paling banyak. Kemudian perlu juga mengetahui apakah *Trichogramma* spp. yang dibiakkan di laboratorium dapat memarasit telur hama penggerek tebu sesuai yang diharapkan atau tidak. Ketiga hal tersebut melatarbelakangi diadakannya penelitian ini.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai Oktober 2017 di Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta dan bulan April 2018 di Pusat Penelitian Gula PTPN X Kediri. Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah telur *C. cephalonica*, jagung pecah giling dan telur *Trichogramma* spp. Alat alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah nampan plastik, rak, tabung tertutup, kuas, kertas manila, lem cair, petridish, tabung serangga, lampu (pengatur suhu), mikroskop, *hand counter*, kaca preparat dan tempat pemeliharaan.

Penelitian mengenai pengaruh suhu terhadap nisbah kelamin pada parasitoid *Trichogramma* spp. ini merupakan percobaan faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari dua faktor. Faktor I adalah Suhu yang terdiri dari 3 taraf yaitu: T1 = 15-20 °C, T2 = 25-30 °C, T3 = 30-35 °C. Faktor II adalah waktu pemaparan yang terdiri dari 3 taraf yaitu M1 = 48 jam, M2 = 24 jam, M3 = 24 jam hari kedua. Sehingga didapat 9 kombinasi. Masing masing percobaan akan diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga didapat 27 unit percobaan.

Penelitian mengenai tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. dilakukan dengan melakukan pembiakan parasitoid serta mengamati tingkat parasitasi yang berbeda (5 generasi) pada parasitoid *Trichogramma* spp..

Pengamatan di lapangan dilakukan dengan mencari dan memelihara telur penggerek tebu pada lahan yang pernah dilakukan penyebaran pias kemudian dilakukan identifikasi parasitoid *Trichogramma* spp. yang muncul.

Data dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan jika berpengaruh nyata akan dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5 % sehingga diperoleh hasil perlakuan yang menunjukkan pengaruh beda nyata atau tidak.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perbandingan kelamin jantan dan betina

Penyimpanan pias *Trichogramma* spp. pada suhu yang berbeda berpengaruh terhadap perkembangan parasitoid. Kemunculan parasitoid dengan jenis kelamin jantan dari telur menunjukkan tren yang berbeda pada suhu yang berbeda. Data jumlah populasi *Trichogramma* spp. jantan yang didapat kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan menunjukkan hasil yang signifikan (lampiran). Kemudian hasil tersebut dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Komposisi jenis kelamin betina mengalami peningkatan terhadap kelamin jantan seiring dengan adanya kenaikan suhu perlakuan. Kemudian pada suhu yang semakin rendah komposisi kemunculan *Trichogramma* spp. berjenis kelamin betina mengalami penurunan terhadap kelamin jantan (Tabel 1).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi *Trichogramma* spp. berkelamin betina lebih tinggi terhadap jantan terdapat pada perlakuan suhu 30-35°C. Hal tersebut dapat terjadi diduga karena suhu yang tinggi dalam penyimpanan telur maka akan merubah jenis kelamin *Trichogramma* spp. menjadi betina. Kemudian pada suhu 15-20°C komposisi betina mengalami penurunan terhadap kelamin jantan. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin rendah suhu dalam penyimpanan telur maka akan merubah jenis kelamin *Trichogramma* spp. menjadi jantan. Hal yang sama juga didapatkan dari penelitian Murtiyarini (2006), bahwa penurunan suhu akan menurunkan juga persentase total imago betina.

Tabel 1 . Perbandingan *Trichogramma* spp. betina : jantan

Perlakuan Suhu (°C)	24 jam ¹⁾	24 jam ²⁾	48 jam ³⁾
15-20	27% : 73% a	-	28% : 72% a
25-30	52% : 48% b	-	50% : 50% a
30-35	54% : 46% b	-	56% : 44% a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT taraf 5%.

¹⁾ : waktu parasitasi selama 24 jam pada hari pertama

²⁾ : waktu parasitasi selama 24 jam pada hari kedua

³⁾ : waktu parasitasi selama 48 jam (hari pertama dan kedua)

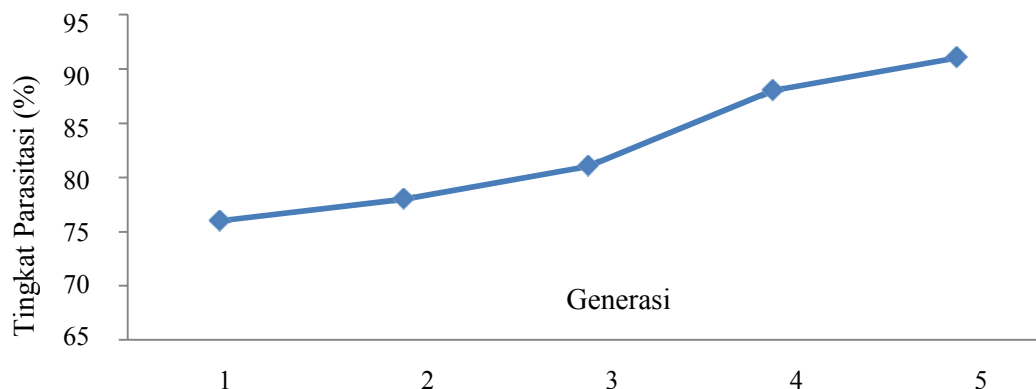
Perlakuan waktu parasitasi 24 jam hari pertama menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan waktu parasitasi yang lain. Bahkan pada perlakuan waktu parasitasi 24 jam hari kedua tidak dapat dihitung karena *Trichogramma* spp. yang diamati tidak hidup. Hal tersebut dapat terjadi karena *Trichogramma* spp. betina memiliki waktu optimal memparasit yaitu 24 jam. Sesuai pernyataan Yunus (2018) bahwa parasitoid *Trichogramma* spp. betina berusia 1 hari memiliki kemampuan maksimal menghasilkan telur dan bila bertemu dengan telur inang pada usia kurang dari 24 jam maka kemampuan parasitasi berada pada puncak tertinggi. Namun pada perlakuan suhu 30-35°C dan 25-30°C tidak terjadi beda nyata yang berarti bahwa pada kedua perlakuan tersebut memiliki hasil yang sama. Walaupun pada kedua perlakuan tersebut tidak terjadi beda nyata, namun dapat dilihat bahwa ada tren yaitu pada perlakuan suhu 30-35°C memiliki komposisi jenis kelamin betina yang paling tinggi.

3.2. Tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. pada generasi yang berbeda

Tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. di laboratorium dengan menggunakan inang alternatif yaitu *C. cephalonica* mengalami perubahan pada setiap generasinya. Semakin muda generasi maka tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. dengan inang alternatif di laboratorium akan semakin tinggi. Pada generasi awal tingkat parasitasi akan menunjukkan data yang rendah. Kemudian trend akan naik seiring dengan bergantinya generasi *Trichogramma* spp. Di laboratorium. Tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. terendah terdapat pada generasi pertama. Kemudian tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. terbaik terdapat pada generasi kelima (Gambar 2).

Keadaan tersebut dapat terjadi karena pada generasi awal *Trichogramma* spp. perlu menyesuaikan diri dalam keadaan laboratorium yang memakai inang alternatif yaitu telur *C. cephalonica*. Pada generasi muda atau bisa dikatakan sudah lama berada di laboratorium maka tingkat parasitasi akan tinggi dikarenakan *Trichogramma* spp. sudah terbiasa untuk memakai inang alternatif yaitu telur *C. cephalonica*.

Diduga tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. di laboratorium akan mencapai titik jenuh atau titik puncak. Maka dari itu perlu dilakukan pengembalian atau bisa dikatakan juga dengan pengembalian vitalitas *Trichogramma* spp. yang berada di laboratorium. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Sudarsono (2011) bahwa pada generasi ke-6 *Trichogramma chilonis* akan mengalami penurunan kemampuan parasitasi terhadap telur *Chilo auricilius* yang dibiakkan di laboratorium dan akan semakin menurun pada generasi ke-9.

Gambar 2. Tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. di laboratorium selama 5 generasi

3.3. Kemunculan parasitoid di lapangan setelah penyebaran pias

Jumlah telur penggerek tebu yang ditemukan di lapangan sebanyak 9 kelompok telur dengan 4 kelompok telur penggerek pucuk dan 5 kelompok telur penggerek batang (*Chilo sacchariphagus*). Penggerek pucuk tebu dengan jumlah telur 166 butir terparasit oleh *Telenomus* sp. sebanyak 40 butir. Penggerek batang tebu dengan jumlah telur 116 butir terparasit oleh *Trichogramma* spp. sebanyak 116 butir (tabel 2).

Tabel 2 . Jumlah telur penggerek tebu dan parasitoid dari lapangan

No	Jenis Penggerek	Jumlah Telur Penggerek		Jumlah Parasitoid*	
		Kelompok	Butir	<i>Trichogramma</i> spp.	<i>Telenomus</i>
1	Pucuk	4	166		40
2	Batang Cs	5	116	116	

Keterangan: * adalah jumlah parasitoid yang muncul.

Berdasarkan tabel 2 diatas didapatkan hasil bahwa jumlah telur penggerek pucuk dikebun hanya diparasit oleh *Telenomus* sp. dan tidak terparasit oleh *Trichogramma* spp. sama sekali. Keragaan *Trichogramma japonicum* yang dilepas menunjukkan kebugaran yang rendah dalam memarasit telur penggerek pucuk tebu. Berdasarkan hasil penelitian Nurindah et al. (2016) *Trichogramma japonicum* Ashmead atau *Trichogramma chilonis* Ishii yang telah dilepas di lapangan menunjukkan hasil yang tidak efektif dalam memarasit telur penggerek pucuk tebu sedangkan telur penggerek pucuk tebu dapat terparasit oleh *Telenomus* sp. mencapai 100%. Oleh karena itu, perlu diadakan kajian ulang baik mengenai spesies parasitoid maupun teknik pelepasannya di lapangan agar diperoleh hasil yang efektif.

Telenomus rowani Gahan dan *Tetrastichus schoenobii* Ferriere adalah parasitoid telur penggerek yang sering ditemukan pada tanaman tebu dengan rata-rata tingkat parasitisasi sekitar 15,74-24,87% dan 27,63-34,59% (Mahrub, 2000). Kemudian Meidalima (2014) juga mengatakan bahwa ada 3 spesies parasitoid telur pada tanaman tebu, yaitu *T. chilonis*, *Tetrastichus schoenobii* Ferriere dan *Telenomus dignoides* Nixon. Namun pada pertanaman tebu tidak diperoleh hasil bahwa parasitoid *T. chilonis* memarasit telur penggerek pucuk.

Hal berkebalikan terjadi pada telur penggerek batang yang ditemukan bahwa terparasit *Trichogramma* spp. secara keseluruhan. Hal tersebut menunjukkan bahwa penyebaran pias *Trichogramma* spp. di kebun tebu dapat dikatakan efektif karena dari jumlah telur penggerek batang tebu yang didapat menetas parasitoid *Trichogramma* spp. seluruhnya.

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu terbaik untuk meningkatkan persentase *Trichogramma* spp. betina adalah 30-35°C dengan waktu parasitasi 24 jam hari pertama yakni betina : jantan adalah 54% : 46%. Tingkat parasitasi terbaik *Trichogramma* spp. terhadap *Corcyra cephalonica* di laboratorium adalah pada generasi ke-5 yakni 91%. Dari 166 butir telur penggerek pucuk yang ditemukan di lapangan terparasit semua dan 40 butir telur diantaranya muncul parasitoid *Telenomus* sp. Sedangkan pada penggerek batang tebu *Chilo sacchariphagus* ditemukan dari 116 butir telur dan semuanya muncul parasitoid *Trichogramma* spp.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PG Madukismo Yogyakarta dan PT Perkebunan Nusantara X yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis sangat terbantu oleh kerjasama yang sangat baik dari Bpk Ato Sulisty, Bpk Subagiya, dan Bpk Susilo Hambeg Poromarto selaku Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta dan Penulis juga berterima kasih kepada tim dari Puslit Gula, PTPN X yaitu Bpk Purnomo Aji., Ibu Muliah, dan Bpk Eko Wiyono yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini di lapangan maupun di Laboratorium Hayati Puslit Gula PTPN X

6. Daftar Pustaka

- Buchori D, Hidayat P, Meilin A, Sahari B. 2010. Species Distribution of *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* Genus (*Trichogrammatoidea: Hymenoptera*) in Java. *J ISSAAS*, 16 (1): 83-96. Department of Plant Protection: Bogor Agricultural University
- Goebel, FR, E Achadian and P Meguire. 2014. The Economic Impact of Sugarcane Moth Borers in Indonesia. *Sugar Technol.* 16(4): 405–410.
- Kartohardjono A. 2011. Penggunaan Musuh Alami sebagai Komponen Pengendalian Hama Padi Berbasis Ekologi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Sukamandi. *J Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4(1):29- 46.
- Mahrub E. 2000. Evaluasi Potensi Parasitoid Penggerek Pucuk Tebu, di Kabupaten Bantul. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 4:142–148.
- Murtiyarini, Buchori D, Kartosuwondo U. 2006. Penyimpanan Suhu Rendah Berbagai Fase Hidup Parasitoid: Pengaruhnya Terhadap Parasitisasi dan Kebutuhan *Trichogrammatoidea armigera* Nagaraja (*Hymenoptera: Trichogrammatidae*). *J Entomologi Indon*, 3 (2): 71-83.
- Nurindah, Dwi Adi Sunarto dan Sujak. 2016. Evaluasi Pelepasan *Trichogramma* spp. Untuk Pengendalian Penggerek Pucuk dan Batang Tebu. *J Entomologi Indonesia*, 13 (2) : 107-116.
- Sudarsono H. 2011. Kajian Beberapa Karakteristik Biologi Penggerek Batang Tebu Berkilat *Chilo auricilius* dan Parasitoidnya (*Trichogramma chilonis*). Di dalam: Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (Lampung, 21 September 2011). hlm. 33–39. Lampung: Universitas Lampung.
- Yunus M. 2018. Effectiveness of *Trichogramma japonicum* Utilization for Biological Control Agents on *Scirpophaga incertulas* In Indonesia. *Asian J. Crop Sci.*, 10 (1): 31-39.

Uji Daya Hasil Lanjutan Beberapa Klon Harapan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Hasil Persilangan di Kebun Blijo, PG Watoetoelis, Sidoarjo

Advance Yield Trials some Promising Sugarcane Clone (*Saccharum officinarum* L.) in Blijo, PG Watoetoelis, Sidoarjo

Alfarina Kardiana Sari¹, Purnomo Aji¹, Ign. Hery Krisanto¹, Andik Yuliantoro¹, Adam Muradianto¹

¹Pusat Penelitian Gula, PT. Perkebunan Nusantara X

Dusun Jengkol, Desa Plosokidul, Kecamatan Plosoklaten, Kabupaten Kediri 64175

Email: rhi.rhienz@gmail.com

Abstrak. Rendahnya produktivitas tebu terjadi karena beberapa kendala antara lain perubahan iklim, penurunan kualitas tanaman akibat serangan hama penyakit dan pergeseran lahan pengembangan tebu dari lahan sawah ke lahan kering dan marginal. Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi tebu adalah menggunakan varietas unggul yang memiliki potensi produksi dan rendemen tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas dari klon harapan tebu JSR 12 dikebun Blijo PG Watoetoelis. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2017 sampai dengan bulan Juli 2018 di kebun Blijo PG Watoetoelis Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur yang memiliki tipe tanah Grumosol. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 16 klon sebagai perlakuan dengan 3 kali ulangan. Setiap perlakuan ditanam dalam petak dengan ukuran 5 x 10 meter juring dan PKP 1,35 meter. Bahan tanam yang digunakan yaitu 15 klon harapan hasil persilangan seri JSR 12 dengan Bululawang sebagai varietas pembanding yang merupakan varietas komersial setempat. Parameter yang diamati meliputi perkecambahan (%), jumlah batang, tinggi batang (cm), diameter batang (cm), bobot tebu (ton/ha), rendemen (%) dan hasil hablur (ton/ha). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 10 klon uji yang menunjukkan hasil hablur diatas varietas pembanding. Tiga klon uji teratas yang unggul terhadap varietas pembanding yaitu JSR 1205-64, JSR 1205-104 dan JSR 1203-542. Klon JSR 1205-64 menunjukkan hasil hablur tertinggi (18,11 ton/ha) dan berbeda nyata terhadap varietas pembanding (10,93 ton/ha). Sedangkan Klon JSR 1205-104 (15,59 ton/ha) dan klon JSR 1203-542 (15,15 ton/ha) menunjukkan hasil tidak berbeda nyata terhadap varietas pembanding.

Kata kunci : *Saccharum officinarum*, uji daya hasil lanjutan, klon harapan, persilangan.

Abstract. The low productivity of sugarcane caused by such as climate change, pest attacks, and development for sugar cane has been shifted from paddy fields to dry and marginal area. One effort to increase sugar cane production is to use superior varieties which has the high production and yield potential. The objective of this study was to know the productivity sugarcane clones of the JSR 12 series. The study was conducted on May 2017 until July 2018 at Blijo PG Watoetoelis, Sidoarjo, East Java, which has a Grumosol soil type. The study was arranged in a randomized complete block design with three replication. The treatment consisted of sixteen clones, each treatment was planted in a plot with a size of 5 x 10 meters and PKP distance was 1,35 meters length. The planting material used fifteen clones from the crossing of the JSR 12 series with Bululawang as a comparative variety which is a local commercial variety. The parameters observed were germination percentage, number of stem, height of stem, stem diameter, sugarcane production, sucrose content and sugar yield per ha.

The results showed that there are ten clones those showed high sugar yield compared to standard variety. The three top clones are JSR 1205-64, JSR 1205-104 and JSR 1203-542. The clone of JSR 1205-64 showed the highest sugar yield (18.11 tons/ha) and was significantly different from standard varieties (10.93 tons/ ha). Whereas the results of JSR 1205-104 (15.59 tons/ha) and JSR 1203-542 (15.15 tons/ha) showed not significantly different from standard varieties.

Keywords: *Saccharum officinarum*, advance yield trials, promising sugarcane clones, breeding.

1. Pendahuluan

Tanaman tebu merupakan salah satu komoditas perkebunan yang strategis dalam perekonomian Indonesia karena sebagai penghasil gula untuk kebutuhan konsumsi rumah tangga, industri minuman dan makanan, serta farmasi. Industri gula di Indonesia pada akhir-akhir ini mengalami beberapa masalah. Masalah yang cukup menonjol adalah tingkat produktivitas rendah, tenaga kerja langka, dan sebagian besar petani tidak bergairah menanam tebu.

Rendahnya produktivitas tebu terjadi karena beberapa kendala antara lain adanya perubahan iklim, penurunan kualitas tanaman akibat serangan hama penyakit dan pergeseran lahan pengembangan tebu dari lahan sawah ke lahan kering dan marginal, akibat persaingan yang ketat dengan tanaman pangan. Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi tebu adalah menggunakan varietas unggul yang memiliki potensi produksi dan rendemen tinggi. Hasil evaluasi terhadap program akselerasi peningkatan produksi gula nasional selama tiga tahun terakhir menunjukkan bahwa penggunaan varietas unggul mampu memberikan kontribusi yang besar, yaitu melalui peningkatan produktivitas sebesar 23-46% (Rasyid, et al. 2006).

Upaya perakitan varietas tebu untuk mendapatkan varietas unggul baru dapat dilakukan baik secara konvensional maupun nonkonvensional diantaranya adalah introduksi, persilangan, teknologi mutasi radiasi, biologi molekuler dan lain sebagainya. Salah satu usaha untuk mendapatkan varietas unggul baru secara jangka panjang adalah dengan melakukan perakitan varietas melalui persilangan. Sejak tahun 2012, Puslit Gula Jengkol telah melakukan terobosan baru yaitu melakukan perakitan varietas tebu unggulan dengan melalui persilangan dan telah menghasilkan beberapa klon harapan yang saat ini klon-klon harapan tebu tersebut telah melalui proses seleksi. Persilangan tanaman yang dilanjutkan dengan seleksi akan menghasilkan klon baru yang berbeda dan memiliki sifat sesuai kriteria seleksi. Variasi susunan gen pada klon tebu akan mengakibatkan adanya variasi bentuk, penampilan dan sifat tanaman yang berbeda, untuk itu perlu dilakukan pengujian daya hasil guna mengetahui karakter penampilan dari masing-masing klon harapan tebu pada kondisi lingkungan yang berbeda.

Dari hasil evaluasi uji daya hasil pendahuluan (UDHP) baik pada tanaman *plant cane* (PC) maupun *ratoon cane* (RC), diperoleh 15 klon harapan tebu yang menunjukkan hasil produktivitas melebihi varietas pembanding yang kemudian dilanjutkan pada pengujian daya hasil lanjutan (UDHL). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas dari klon harapan tebu JSR 12 di kebun Blijo PG Watoetoelis Kabupaten Sidoarjo. Diharapkan dari penelitian ini dapat diperoleh beberapa klon harapan tebu yang dapat dikembangkan untuk mendukung pengembangan tebu di lahan berat dengan kondisi agroekologi kering.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2017 sampai dengan bulan Juli 2018 pada MT. 2017/2018 di kebun Blijo PG Watoetoelis Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur yang memiliki tipe tanah

Grumosol dengan jumlah curah hujan ± 1.548 mm/th. Alat yang digunakan dalam pengamatan meliputi meteran, kertas label, mistar, *skate match*, *hand refractometer* dan *hand counter*. Bahan tanam yang digunakan yaitu 15 klon harapan hasil persilangan seri JSR 12 dengan Bululawang sebagai varietas pembanding yang merupakan varietas komersial setempat.

Metode penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 16 klon sebagai perlakuan dengan 3 (tiga) kali ulangan. Setiap perlakuan ditanam dalam petak dengan ukuran 5 x 10 meter juring dan PKP 1,35 meter.

Pengamatan agronomi dilakukan pada tanaman berumur 1, 3, 6 dan 9 bulan setelah tanam dengan parameter pengamatan yaitu perkecambahan (%), jumlah batang, tinggi batang (cm), diameter batang (cm), sedangkan pengamatan potensi produksi yang diamati meliputi bobot tebu (ton/ha), rendemen (%) dan hablur (ton/ha) yang dilakukan pada saat panen.

Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam menggunakan perangkat lunak SPSS versi 16.0, dan untuk membedakan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam budi daya tanaman tebu, fase pertumbuhan dan perkembangan paling kritis pada tanaman tebu adalah perkecambahan dan pembentukan tunas. Kegagalan saat panen sering diakibatkan perkecambahan yang tidak baik, perkecambahan yang baik akan mempengaruhi pertumbuhan hasil yang didapat, sebaliknya perkecambahan yang jelek akan menurunkan hasil yang akan mengakibatkan pendapatan tidak maksimal. Menurut Zaini, dkk. (2017), perkecambahan yang baik akan memberikan fondasi pertumbuhan tanaman tebu, sedangkan pertunasan yang baik akan memberikan populasi tanaman dan jumlah batang yang diinginkan untuk memperoleh hasil rendemen yang optimal. Menurut Kuntohartono (1999), fase perkecambahan tanaman tebu berlangsung selama 4-6 minggu, sedangkan fase pertunasan berlangsung mulai tebu berumur 5 minggu sampai 3-4 bulan tergantung varietasnya. Karakter persentase perkecambahan dan pertunasan disajikan pada tabel 1.

Berdasarkan hasil penelitian, dari tabel 1 pada umur 1 BST menunjukkan rata-rata persentase perkecambahan 16 klon bervariasi berkisar antara 44,00%-70,67%. Perkecambahan tebu dikatakan berhasil jika mencapai 60-90% dari mata tunas yang ditanam (Khuluq dan Hamidah, 2014). Dari 16 klon yang diuji terdapat 5 klon yang menunjukkan hasil perkecambahan lebih dari 60% yaitu JSR 1205-99, JSR 1203-542, JSR 1205-104, JSR 1208-379 dan JSR 1205-53, namun tidak berbeda nyata terhadap varietas pembanding.

Menurut Irsyad, dkk. (2016), karakter persentase perkecambahan dipengaruhi oleh interaksi genotipe dan lingkungan, sedangkan menurut Zaini, dkk (2017), persentase tumbuh dipengaruhi oleh jumlah mata tunas dan varietas tebu. Hal ini mengartikan bahwa daya perkecambahan selain ditentukan faktor internal pada bibit seperti varietas, umur bibit dan jumlah mata, juga dipengaruhi oleh faktor eksternal yaitu aerasi dan kelengasan tanah, ke dalam peletakan bibit (ketebalan cover) dan kualitas pengolahan tanah. Perkecambahan akan lebih baik pada tanah yang lebih gembur dan porous (aerasi baik).

Proses perbanyak tunas pada tebu sering disebut *tillering* (perbanyak anakan), proses perbanyak tunas ini sangat penting sebagai dasar pembentukan total populasi tanaman dan jumlah batang yang dipanen. Berdasarkan hasil penelitian, dari tabel 1 pada umur 3 BST menunjukkan rata-rata jumlah tunas dari 16 klon terendah 78,33 tunas dan tertinggi 125,67 tunas. Menurut Zaini, dkk (2017), faktor terpenting dalam keberhasilan pertunasan tebu adalah faktor eksternal yaitu pengelolaan kebun, sedangkan faktor internalnya meliputi kualitas bibit kandungan glukosa, nitrogen dan air yang terdapat dari bibit tebu. Jumlah tunas tertinggi

dihasilkan oleh klon JSR 1205-99 (125,67) dan menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap varietas pembanding (100,00). Kemudian disusul oleh klon JSR 1205-53 (116,67) dan klon JSR 1205-64 (110,67), namun tidak berbeda nyata terhadap varietas pembanding (100,00). Rokhman, dkk (2014), menyebutkan bahwa tunas/anakan tebu merupakan faktor utama untuk memperoleh produktivitas tebu yang tinggi.

Tabel 1. Rerata persentase perkecambahan dan jumlah tunas klon JSR 12

Klon	Kecambah (%)		Jumlah Tunas	
	1 BST		3 BST	
JSR 1203-883	52,00	a	92,33	abcd
JSR 1205-99	68,33	a	125,67	e
JSR 1205-64	57,67	a	110,67	cde
JSR 1208-41	46,67	a	78,33	a
JSR 1203-542	69,67	a	107,00	bcde
JSR 1205-293	49,00	a	101,00	abcde
JSR 1205-104	66,33	a	88,67	abc
JSR 1208-379	65,33	a	95,67	abcd
JSR 1205-96	57,00	a	85,33	abc
JSR 1205-53	70,67	a	116,67	de
JSR 1206-152	44,00	a	81,33	ab
JSR 1211-25	50,33	a	88,33	abc
JSR 1208-479	53,67	a	99,67	abcd
JSR 1210-131	54,00	a	95,67	abcd
JSR 1201-525	50,67	a	91,33	abcd
Bululawang	52,33	a	100,00	abcd

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5% BST = Bulan Setelah Tanam

Komponen pertumbuhan tanaman tebu yang meliputi jumlah batang, tinggi batang dan diameter batang pada tanah Grumosol dipengaruhi oleh klon yang digunakan. Keragaan parameter pertumbuhan 16 klon disajikan pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2 menunjukkan bahwa diantara klon yang diuji jumlah batang tertinggi pada umur 6 BST dan 9 BST, konsisten dihasilkan oleh JSR 1205-64, namun tidak berbeda nyata terhadap varietas pembanding. Jumlah batang tebu per juring dipengaruhi oleh jumlah tunas yang tumbuh. Tiap tunas anakan berpotensi untuk menghasilkan jumlah batang optimal (Rokhman, 2014). Terdapat penurunan pada jumlah batang pada umur 9 bulan dari beberapa klon uji, hal ini dikarenakan kematian tunas yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya serangan hama penggerek pucuk. Sedangkan menurut Kuntohartono (1999), penurunan jumlah batang tebu disebabkan oleh terjadinya kematian tunas (*tillers*) atau rumpun tunas (*stubbles*) yang tinggi. Standar populasi jumlah batang pada umur 9 BST untuk kondisi lahan sawah sebanyak 11 batang/meter, sedangkan pada kondisi lahan kering sebanyak 9 batang/meter (Syahrial, 2015).

Tabel 2. Rerata jumlah batang dan tinggi batang klon JSR 12

Klon	Jumlah Batang				Tinggi Batang (cm)			
	6 BST		9 BST		6 BST		9 BST	
JSR 1203-883	123,67	cdef	121,00	cdefg	161,33	a	293,00	ab
JSR 1205-99	136,00	f	126,33	efg	165,00	a	269,67	a
JSR 1205-64	139,00	f	142,00	g	168,00	ab	312,00	abc
JSR 1208-41	95,00	ab	90,00	ab	176,67	abc	355,00	c
JSR 1203-542	108,67	abcd	111,33	abcdef	192,67	abc	315,00	abc
JSR 1205-293	121,67	cdef	116,00	bcdefg	217,33	c	353,33	c
JSR 1205-104	94,67	ab	86,00	a	170,33	ab	273,33	a
JSR 1208-379	110,67	bcde	98,33	abcd	177,00	abc	272,33	a
JSR 1205-96	88,67	a	96,67	abc	147,33	a	265,67	a
JSR 1205-53	127,33	def	124,67	defg	192,00	abc	308,00	abc
JSR 1206-152	101,33	abc	98,67	abcd	175,00	abc	313,33	abc
JSR 1211-25	99,67	ab	105,00	abcdef	176,67	abc	359,00	c
JSR 1208-479	107,00	abcd	109,67	abcdef	148,33	a	274,00	a
JSR 1210-131	100,00	ab	93,33	ab	156,33	a	287,00	a
JSR 1201-525	109,00	abcde	100,00	abcde	210,67	bc	346,67	bc
Bululawang	129,33	ef	131,00	fg	176,00	abc	319,00	abc

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%. BST = Bulan Setelah Tanam

Tabel 3. Rerata diameter batang dan brix klon JSR 12

Klon	Diameter Batang (cm)				Brix (%)			
	6 BST		9 BST		6 BST		9 BST	
JSR 1203-883	2,70	ab	2,76	ab	10,33	abc	17,67	cd
JSR 1205-99	3,10	bcd	3,10	efg	10,33	abc	16,33	abc
JSR 1205-64	2,86	abc	2,86	bcd	9,33	ab	19,00	cd
JSR 1208-41	3,23	cdef	3,23	ghi	11,00	cd	17,67	cd
JSR 1203-542	3,06	bcd	3,10	efg	12,67	ef	17,67	cd
JSR 1205-293	2,93	abcd	2,96	cde	10,33	abc	18,33	cd
JSR 1205-104	3,33	def	3,36	i	13,67	f	20,00	d
JSR 1208-379	2,86	abc	2,86	bcd	13,33	ef	20,00	d
JSR 1205-96	2,80	abc	2,80	bc	10,67	bcd	20,00	d
JSR 1205-53	2,83	abc	2,83	bcd	12,00	de	18,00	abcd
JSR 1206-152	3,00	abcd	3,00	def	11,00	cd	17,33	abcd
JSR 1211-25	3,26	ef	3,30	hi	9,00	a	15,33	a
JSR 1208-479	3,16	cde	3,16	fgh	10,67	bcd	18,00	abcd
JSR 1210-131	3,60	f	3,60	j	9,67	abc	16,00	ab
JSR 1201-525	3,16	cde	3,16	fgh	12,00	de	17,33	abcd
Bululawang	2,60	a	2,63	a	10,33	abc	16,67	abc

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%. BST = Bulan Setelah Tanam

Sedangkan dari hasil penelitian tinggi batang (tabel 2) umur 6 BST dan 9 BST, klon yang menunjukkan nilai diatas varietas pembanding terdapat 4 klon uji yaitu JSR 1208-41, JSR 1205-293, JSR 1211-25 dan JSR 1201-525. Karakter tinggi batang tebu merupakan salah satu indikator dari hasil produksi tebu, karena berkaitan dengan bobot batang tebu. Samiullah et al., (2015) menyatakan bahwa tinggi batang tanaman tebu dipengaruhi oleh lingkungan dan karakter tanaman dan menentukan produksi akhir. Standar tinggi batang pada umur 9 BST untuk kondisi lahan sawah 385 cm, sedangkan pada kondisi lahan kering 320 cm (Syahrial, 2015).

Salah satu karakter pertumbuhan lainnya yaitu diameter batang. Untuk pertumbuhan diameter batang pada umur 6 BST dan 9 BST secara konsisten menunjukkan ukuran terbesar pada klon JSR 1210-131, kemudian diikuti JSR 1205-104 dan JSR 1211-25 dan berbeda dengan varietas pembanding. Diameter batang tebu dipengaruhi oleh genetik tanaman dan lingkungan tumbuhnya (Silvia et al., 2005). Dalam kondisi lingkungan tumbuh yang homogen, diameter batang tebu dipengaruhi oleh genetik tanaman (Menossi et al., 2008). Berdasarkan Petunjuk Pelaksanaan Percobaan Skreening Jenis Tebu (P3GI Pasuruan, 1997), kriteria diameter batang tebu dibagi dalam kategori besar ($> 3,0$ cm), sedang ($2.5-3.0$ cm) dan kecil (< 2.5 cm). Berdasarkan kategori tersebut dan hasil pengujian pada tabel 3, rata-rata diameter batang sedang dimiliki oleh 6 klon uji, sedangkan diameter batang besar dimiliki oleh 9 klon uji.

Pengamatan brix dilakukan secara berkala pada umur 6 BST dan 9 BST. Nilai brix merupakan total padatan gula terlarut dalam nira tebu. Dari tabel 3, dapat dilihat bahwa nilai brix batang bawah 9 klon pada umur 6 BST dan 9 BST konsisten menunjukkan nilai diatas varietas pembanding. Klon JSR 1205-104 konsisten menunjukkan nilai brix tertinggi, kemudian disusul klon JSR 1208-379 dan berbeda nyata terhadap varietas pembanding. Angka brix terbesar pada umumnya pada batang bagian bawah kemudian disusul tengah dan atas. Hal ini disebabkan karena tebu menyimpan sukrosa mulai dari batang bawah menuju ke atas sampai ke pucuk tanaman. Sehingga potensi brix suatu klon dapat dilihat pada tiga ruas dari batang bawah. Hal ini sejalan dengan Toppa, et al. (2010) yang melaporkan bahwa tiga ruas dari batang bawah mengandung sukrosa lebih tinggi dibandingkan dengan ruas di atasnya, begitu pula seterusnya.

Komponen produksi yang meliputi bobot tebu (Ku/Ha), rendemen (%) dan hablur (Ku/Ha) masing-masing klon disajikan pada tabel 4.

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa produktivitas tebu tertinggi dihasilkan oleh klon JSR 1203-542 (169,83 ton/ha) dan berbeda nyata terhadap varietas pembanding (116,62 ton/ha), kemudian disusul oleh klon JSR 1205-64 (158,83 ton/ha), namun tidak berbeda nyata terhadap varietas pembanding (116,62 ton/ha). Sedangkan rendemen yang dihasilkan dari masing-masing klon bervariasi dari 7,56% sampai 11,42%. Tiga rendemen tertinggi dihasilkan oleh klon JSR 1205-64 (11,42%) disusul oleh klon JSR 1205-96 (11,11%) dan klon JSR 1208-41 (10,90%). Ketiga rendemen klon tersebut lebih tinggi namun tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan varietas pembanding (9,14%). Menurut Abdurrahman et al. (2018), genotipe tebu yang ditanam di lahan kering dengan rendemen 10% merupakan genotipe yang berpotensi tinggi untuk pengembangan tebu di lahan kering.

Hasil hablur dipengaruhi oleh produktivitas tebu dan rendemen yang dihasilkan. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dari 16 klon yang diuji terdapat 10 klon yang menunjukkan hasil hablur diatas varietas pembanding. Tiga klon uji teratas yang unggul terhadap varietas pembanding yaitu JSR 1205-64, JSR 1205-104 dan JSR 1203-542. Klon JSR 1205-64 menunjukkan hasil hablur tertinggi (18,11 ton/ha) dan berbeda nyata terhadap varietas pembanding (10,93 ton/ha). Sedangkan Klon JSR 1205-104 (15,59 ton/ha) dan klon JSR 1203-542 (15,15 ton/ha) menunjukkan hasil tidak berbeda nyata terhadap varietas pembanding (10,93 ton/ha).

Tabel 4. Data Produktivitas Klon JSR 12

Perlakuan	Data Produktivitas		
	Tebu Ton/Ha	Rend (%)	Hablur Ton/Ha
JSR 1203-883	100,17 ab	9,89 ab	10,04 abc
JSR 1205-99	100,33 ab	10,82 b	10,92 abc
JSR 1205-64	158,83 cd	11,42 b	18,11 d
JSR 1208-41	119,30 abcd	10,90 b	12,87 bcd
JSR 1203-542	169,83 d	8,97 ab	15,15 bcd
JSR 1205-293	86,33 a	10,16 b	8,99 ab
JSR 1205-104	150,23 bcd	10,38 b	15,59 cd
JSR 1208-379	84,43 a	10,22 b	8,68 a
JSR 1205-96	109,93 abc	11,11 b	12,06 bcd
JSR 1205-53	115,63 abcd	10,43 b	12,15 bcd
JSR 1206-152	140,70 abcd	9,44 ab	12,95 bcd
JSR 1211-25	131,90 abcd	7,56 a	9,95 abc
JSR 1208-479	129,17 abcd	10,48 b	13,53 bcd
JSR 1210-131	135,10 abcd	9,83 ab	13,41 bcd
JSR 1201-525	127,37 abcd	9,92 ab	12,40 ab
Bululawang	116,62 abc	9,14 ab	10,93 abc

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 10 klon uji yang menunjukkan hasil hablur diatas varietas pembanding. Tiga klon uji teratas yang unggul terhadap varietas pembanding yaitu JSR 1205-64, JSR 1205-104 dan JSR 1203-542. Klon JSR 1205-64 menunjukkan hasil hablur tertinggi (18,11 ton/ha) dan berbeda nyata terhadap varietas pembanding (10,93 ton/ha). Sedangkan Klon JSR JSR 1205-104 (15,59 ton/ha) dan klon 1203-542 (15,15 ton/ha) menunjukkan hasil tidak berbeda nyata terhadap varietas pembanding (10,93 ton/ha).

Untuk mendapatkan konsistensi keunggulan varietas sampai dengan tanaman *ratoon*, maka penelitian akan dilanjutkan pada musim tanam berikutnya yaitu MT. 2018/2019.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direksi PTPN X yang telah memberikan dukungan sepenuhnya baik secara moril maupun material. General Manager PG. Watoetoelis dan Ir. Tri Wahyu Raharjo yang telah menyiapkan lahan untuk kegiatan pelaksanaan penelitian. Bany Mukhibin Uqimudien dan Kuwat yang telah membantu mengkomodasi selama kegiatan di lapang.

6. Daftar Pustaka

Abdurrahman, Bambang, H., Djumali, Damanhuri, Noer Rahmi Ardiarini. 2018. Daya Hasil Genotipe Harapan Tebu di Lahan Kering. *Buletin tanaman tembakau, serat & minyak industri*, 10 (1) : 32-38. ISSN : 2085-6717. April 2018.

- Irsyad F. Mochamad., Wiwit Budi Widyasari, Lita Soetopo & Damanhuri. 2016. Penampilan 15 Klon Harapan Tebu (*Saccharum* spp. Hybrid) di dua lokasi. *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 4 (3) : 199-208. April 2016.
- Khuluq, A, D dan R. Hamida. 2014. Peningkatan Produktivitas dan Rendemen Tebu Melalui Rekayasa Fisiologis Pertunasan. *Jurnal Balittas*, 13 (1) : 13-24. ISSN : 1412-8004. Juni 2014.
- Koto, Syahrial, M. Ma'ruf, Nanik Setyaningsih, Alfarina Kardiana Sari, Sandi Gunawan, Isda Ilhamsyah, Mahmud Bekt. 2015. Panduan Aplikasi Budidaya Tebu. PT Perkebunan Nusantara X Surabaya.
- Kuntohartono. 1999. Perkecambahan Tebu. *Gula Indonesia*. XXIV (I) : 56-61.
- Menossi, M., M.G. Silvia-Filho, M. Vincentz, M.A. Van Sluys, G.M. Sauza. 2008. Sugarcane Functional Genomics, Gene Discovery for Agronomic Trait Development. *Int. J. Plant Genomics*, 2008:1-11.
- P3GI Pasuruan. 1997. Petunjuk Pelaksanaan Percobaan Skreening Jenis Tebu.
- Rasyid, A., Mulyadi, M., Sofiah, S., 2006. Kebun Peragaan dan Kesesuaian Varietas Tebu Unggul Terhadap Fisik Lingkungan. *Agritek*. 15 : 1-11.
- Rokhman, H., Taryono & Supriyanta. 2014. Jumlah Anakan dan Rendemen Enam Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Asal Bibit Bagal, Mata Ruas Tunggal dan Mata Tunas Tunggal. *Vegetalika*, 3 (3) : 89-96.
- Samiullah, Ehsanullah, Anjum, SA, Raza, M, Husein, N, Nadeem N & Ali M. 2015. Studies on Productivity and Performance of Spring Sugarcane Sown in Different Planting Configuration. *American Journal of Sciences*. (6) : 2984 – 2988.
- Silvia, C.M., M.C.Goncalves-Vidigal, P.S.V. Filho, C.A. Scapim, E. Daros, L. Silverio. 2005. Genetic Diversity Among Sugarcane Clones (*Saccharum* spp.). *Acta Sci. Agron*, 27 : 315-319.
- Toppa, E.V.B., Jadoski, C.J., Juzlianetti, A., Hulshof, T., Ono, E.O., Rodrigues, J.D., 2010. Physiology Aspects of Sugarcane Production. *Pesquisa aplicada & agrotecnologia*, Vol. 3 (3) : 223-230.
- Zaini, dkk. 2017. Uji Pertumbuhan Berbagai Jumlah Mata Tunas Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas VMC 76-16 dan PSJT 941. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5 (2) : 182-190. ISSN : 2527-8452. Februari 2017.

Penyakit Hawar Sklerosis pada Tebu dan Pengendaliannya dengan *Trichoderma*

Banded Sclerotia on Sugarcane and its Control by *Trichoderma*

Nurul Hidayah, Titiek Yulianti, dan Kristiana Sriwijayanti

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Jl. Raya Karangploso Km 4 Malang

Email: tyuliant@gmail.com

Abstrak. *Rhizoctonia solani* Kuehn (teleomorf: *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) merupakan salah satu patogen yang menyerang tanaman tebu dan menyebabkan hawar pada daun. Daun-daun yang terserang kering secara berangsur-angsur dibatasi warna coklat yang berlapis-lapis. Pengembalian serasah daun ke lahan akan memberi kesempatan bagi patogen untuk bertahan hidup sebagai saprofit sehingga menjadi sumber inokulum bagi tanaman berikutnya. Pengendalian *R. solani* dengan menggunakan antagonis *Trichoderma* merupakan salah satu pendekatan yang murah dan ramah lingkungan. Dalam pengujian ini 30 isolat *Trichoderma* koleksi Balittas diuji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan *R. solani* in vitro menggunakan metode *dual culture* dan in planta menggunakan metode *detach leaf* method. Pengujian dilakukan di laboratorium Fitopatologi pada tahun 2018 menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 kali ulangan. Dari hasil pengujian in vitro diperoleh 18 isolat yang berpotensi menghambat pertumbuhan *R. solani* di atas 50% baik secara kompetisi ataupun parasitasi. Isolat-isolat yang memiliki kemampuan baik dalam menghambat pertumbuhan *R. solani* diuji lebih lanjut in planta. Dari hasil pengujian in planta isolat TASB 4 mampu menghambat pertumbuhan *R. solani* 86,1%; dan lima isolat, yaitu T9, T18, TPJ 18, T10, dan TPT 1 menghambat pertumbuhan *R. solani* sebesar 41,7-48,6%. Isolat-isolat yang memiliki kemampuan dekomposisi daun tebu di atas 90% ada tiga, yaitu: T18 (98%), TASB 16 (95%), dan TASB 1 (90%), serta lima isolat yang memiliki kemampuan dekomposisi di atas 80%, yaitu: TPJ 18, T10, T12, TASB 4, dan TASB 6. Diharapkan pada uji selanjutnya, isolat yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai agen pengendali *R. solani* sekaligus memiliki kemampuan yang baik dalam mendekomposisi serasah agar kesempatan *R. solani* untuk bertahan hidup di serasah daun berkurang.

Kata kunci: *Thanatephorus cucumeris*, *Trichoderma*, tebu, ramah lingkungan

Abstract. *Rhizoctonia solani* Kuehn (*Thanatephorus cucumeris*) which caused banded sclerotia is one of sugarcane pathogens. Infected leaves are gradually dried bounded with greyish brown forming banded blight. Returning plant residues to the soil would give the pathogen an opportunity to survive as saprophyte and ready to infect the new plant. The use of *Trichoderma* as antagonist of *R. solani* is one of the cheap and environmentally friendly control measures alternative. In this study, the capability of 30 Balittas collection isolates of *Trichoderma* in inhibiting the growth of *R. solani* in vitro were tested using dual culture and in planta using detach leaf methods. The study was conducted at Phytopathology laboratory in 2018 using completely randomized design with three replicates. In vitro test showed that there were 18 potential isolates that inhibited the growth of *R. solani* by competition or parasitization above 50%. The selected potential isolates were then tested in planta. In planta test obtained 1 isolate (TASB 4) that inhibited the growth of *R. solani* 86,1%; and five isolates (T9, T18, TPJ 18, T10, and TPT 1) with inhibition ranged from 41,7-48,6%. There were three isolates acted as the best decomposer, ie.: T18 (98%), TASB 16 (95%), and TASB 1 (90%), five isolates had a capability of composing sugarcane leaf above 80%, ie: TPJ 18, T10, T12,

TASB 4, and TASB 6. Further test is needed to determine their potency as *R. solani* biocontrol agents and also as a decomposer to minimize the *R. solani* survival in sugarcane trash.

Keywords: *Thanatephorus cucumeris*, *Trichoderma*, sugarcane, environmentally friendly.

1. Pendahuluan

Penyakit hawar sklerosis disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani* Kuehn (*Thanatephorus cucumeris* Frank Donk). Jamur ini menyerang daun/pelepah daun yang dekat permukaan tanah pada kondisi lembab dan kurang sinar matahari. Gejala awal, menunjukkan daun kekuningan lalu menjadi bercak kering dibatasi warna coklat tua. Bercak akan berkembang dan menyatu, menyebabkan daun mengering perlahan-lahan dibatasi warna coklat yang berlapis-lapis. Pada kondisi lembab akan terlihat miselium berwarna coklat, tumbuh dan berkembang seperti jaring laba-laba di permukaan daun. Jika daun sudah mengering dan mati, biasanya jamur akan membentuk sklerosis pada jaringan yang mati tersebut (Gambar 1). Menurut Safiuddin & Sheikh (2016) *Rhizoctonia* banyak menyerang pada tanaman tebu muda di Uttar Pradesh, bahkan tanaman akan mati jika kondisi lembab terus menerus. Jika tanaman bertahan sampai dewasa, pertumbuhannya biasanya agak terhambat (kerdil) sehingga menurunkan produksi sampai 30%.



Gambar 1. Gejala Hawar sklerosis pada tebu

R. solani merupakan jamur yang bersifat saprofit dan bisa bertahan hidup sampai beberapa tahun di dalam tanah dan sisa-sisa tanaman (bahan organik) sehingga sulit dikendalikan (Papavizas, 1970). Adanya kebijakan mengembalikan serasah daun tebu ke lahan untuk menambah bahan organik dan meningkatkan kesuburan lahan membuat keberadaan *R. solani* perlu diwaspadai, terutama di daerah-daerah yang memiliki kelembapan tinggi. Salah satu pengendalian yang bisa digunakan adalah dengan menggunakan agensia hayati *Trichoderma*. *Trichoderma* merupakan saprofit penghuni tanah yang memiliki kemampuan antagonis bagi patogen-patogen tular tanah maupun daun (Harman *et al.* 2004) melalui parasitisme, antibiotik, dan kompetisi nutrisi juga menginduksi ketahanan tanaman (Ghazanfar *et al.* 2018). Selain itu, beberapa spesiesnya hidup sebagai endofit (Chaverri *et al.* 2011) dan memiliki kemampuan bersaing yang sangat baik (Kim *et al.* 2012). *Trichoderma* juga merupakan dekomposer yang baik (Harman *et al.* 2004) sehingga sisa-sisa tanaman, terutama yang mengandung lignoselulosa tinggi, yang diinokulasi dengan *Trichoderma* akan lebih cepat terdekomposisi (Muhammad *et al.* 2012). Hal ini karena *Trichoderma* spp. memiliki kemampuan dekomposisi lignoselulosa, sementara spora yang

dihasilkan *Trichoderma* spp. sangat banyak sehingga akan dengan cepat mengkoloni bahan organik yang akan didekomposisi (Tangerdy & Zackas, 2003). Selain lignoselulosa, beberapa spesies *Trichoderma* diketahui juga menghasilkan enzim selulase sehingga jamur ini juga memiliki kemampuan mendekomposisi selulosa. Saat ini mikroba-mikroba yang memiliki kemampuan mendegradasi selulosa saat ini banyak digunakan untuk mendekomposisi sisa-sisa tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi isolat *Trichogramma* sebagai agensia hayati *R. solani* sekaligus kemampuannya sebagai dekomposer.

2. Bahan dan Metode

2.1. Uji in vitro

Pada uji ini *R. solani* berasal dari tanaman tebu sakit dari Sulawesi Tenggara yang sudah dimurnikan dan diperbanyak pada media agar dekstroza kentang (ADK). Untuk keperluan uji umur biakan yang digunakan adalah 7 hari. Sedangkan isolat *Trichoderma* yang digunakan ada 30 isolat yang merupakan koleksi Balittas. Pengujian antagonis menggunakan metode *dual culture* pada cawan petri berisi medium ADK. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan ulangan 3 kali. Parameter yang diamati adalah diameter pertumbuhan *Trichoderma* dan persentase penghambatan dengan menggunakan rumus: $R = ((R_1 - R_2) / R_1) * 100\%$.

Keterangan:

R = Persentase penghambatan pertumbuhan (%)

R₁ = Diameter pertumbuhan *R. solani* pada kontrol (mm).

R₂ = Diameter *R. solani* pada tiap perlakuan (mm).

2.2. Uji in Planta

Isolat-isolat yang memberikan hasil baik dengan mempertimbangkan kemampuan menghambat *R. solani*, kecepatan tumbuh, dan kemampuan menghasilkan spora pada medium ADK digunakan untuk uji lanjutan *in planta*. Uji ini merupakan uji kemampuan antagonis *Trichoderma* dalam mengendalikan pertumbuhan *R. solani* dengan medium daun tebu dengan menggunakan *detach leaf method*. Dalam penelitian ini ada 13 isolat yang terpilih untuk pengujian *detach leaf method*. Metode yang digunakan hampir sama dengan uji in vitro. *Trichoderma* ditumbuhkan pada salah satu sisi daun tebu (panjang 8 cm), sedangkan *R. solani* ditumbuhkan pada sisi lain. Perhitungan penghambatan sama dengan uji in vitro.

2.3. Uji dekomposisi

Pada uji ini isolat *Trichoderma* ditumbuhkan pada daun tebu segar yang diletakkan di dalam cawan petri besar. Untuk menjaga kelembapan, pada dasar cawan Petri diberi kertas saring steril yang lembab. Pengamatan perubahan warna daun/dekomposisi perubahan daun tebu diamati setiap hari selama 10 hari. Perubahan warna hijau ke arah kuning dihitung secara kualitatif.

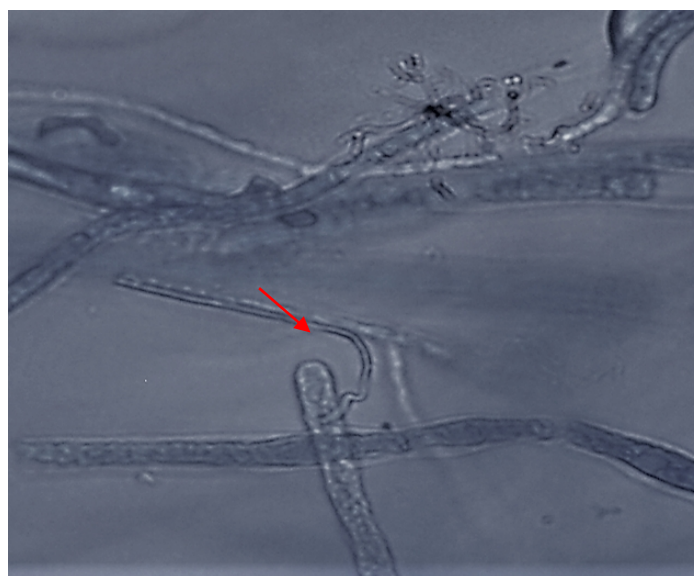
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji In Vitro

Dari 30 isolat *Trichoderma* ada 18 isolat yang memiliki potensi sebagai agensia hayati dengan persentase penghambatan di atas 50% (Tabel 1) baik secara parasitisasi maupun kompetisi. TPJ 18 merupakan isolat yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan *R. solani* (61%). Namun, dilihat dari pertumbuhannya, ada 5 isolat yang pertumbuhannya cepat, yaitu isolat: T6, TASB 16, TASB 1, T8, dan T7 (Tabel 2.). Pertumbuhan yang cepat tidak otomatis memiliki kemampuan menghambat yang tinggi karena antagonisme yang terjadi akibat parasitisasi (Gambar 2) dan kompetisi. Tidak satupun isolat *Trichoderma* yang diuji memiliki kemampuan antibiosis.

Tabel 1. Kemampuan *Trichoderma* menghambat pertumbuhan *R. solani* secara in vitro

Isolat	Hambatan (%)	Isolat	Hambatan (%)	Isolat	Hambatan (%)
TASB 1	50,0	TASB 15	48,9	T10	55,6
TASB 3	54,1	TASB 16	53,0	T11	48,5
TASB 4	54,8	TASB 17	51,9	T12	51,5
TASB 5	48,1	T3	48,5	T14	49,6
TASB 7	47,4	T4	50,7	T15	46,7
TASB 9	52,2	T5	53,0	T16	48,5
TASB 10	51,5	T6	53,7	T17	54,4
TASB 12	50,4	T7	48,1	T18	48,5
TASB 13	45,6	T8	49,6	TPT 1	54,8
TASB 14	47,8	T9	57,8	TPJ 18	61,1



Gambar 2. *Trichoderma* sedang penetrasi hifa *R. solani*

Tabel 2. Pertumbuhan 30 isolat *Trichoderma* spp. pada medium ADK pada umur 7 hsi.

Isolat	Diameter (mm)	Isolat	Diameter (mm)	Isolat	Diameter (mm)
TASB 1	68,7	TASB 15	63,0	T10	29,7
TASB 3	54,3	TASB 16	69,7	T11	54,7
TASB 4	55,7	TASB 17	61,0	T12	68,3
TASB 5	58,3	T3	28,7	T14	54,7
TASB 7	59,3	T4	61,7	T15	54,0
TASB 9	58,3	T5	56,7	T16	67,0
TASB 10	59,0	T6	71,3	T17	54,0
TASB 12	53,7	T7	68,7	T18	66,7
TASB 13	64,0	T8	68,7	TPT 1	56,7
TASB 14	57,7	T9	65,7	TPJ 18	56,3

3.2. Uji in Planta

Dari hasil uji *in Planta* menggunakan *detach leaf method* diperoleh satu isolat yang terbaik dalam kemampuannya menghambat pertumbuhan *R. solani*, yaitu TASB 4 (86,1%) dan lima isolat yang memiliki kemampuan menghambat 41,7-48,6%, yaitu T9, T18, TPJ 18, T10, dan TPT 1 (Tabel 3).

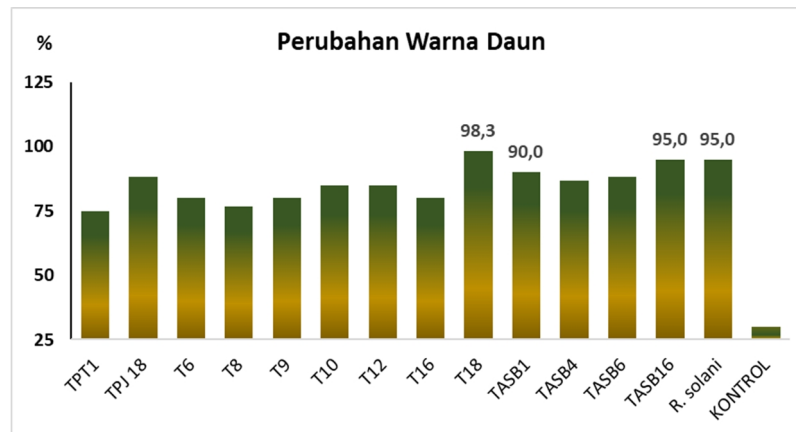
Tabel 3. Kemampuan *Trichoderma* menghambat pertumbuhan *R. solani* dalam uji *detach leaf method*

Isolat	Persentase Penghambatan (%)	Isolat	Persentase Penghambatan (%)
TASB 4	86,1	T6	37,5
T9	48,6	TASB 1	37,5
T18	45,8	T8	34,7
TPJ 18	43,1	TASB 16	29,2
T10	41,7	T16	27,8
TPT 1	41,7	TASB 6	18,1
T12	41,7		
BNJ 5%		20,9	
KK		22%	

Trichoderma sebenarnya merupakan jamur kompetitor yang sangat agresif terutama terhadap jamur-jamur patogen tular tanah. Pertumbuhannya sangat cepat sehingga dengan cepat pula mengkoloni lawannya (Cuervo-Parra *et al.* 2014). Menurut Elad (1995) kemampuan *Trichoderma* memarasit jamur patogen adalah karena *Trichoderma* menghasilkan enzim kitinase dan glukonase. Enzim ini akan melarutkan dinding sel jamur patogen sehingga memudahkan *Trichoderma* penetrasi masuk ke dalam hifa jamur patogen. Namun, kemampuan *Trichoderma* menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel jamur patogen, tidak berarti dia memiliki potensi antagonis yang baik (Elad *et al.* 2000). Ada beberapa faktor lagi yang berperan dalam proses antagonis ini.

3.3. Uji Dekomposisi

Selain menghambat pertumbuhan *R. solani*, isolat-isolat *Trichoderma* yang digunakan juga mampu mendekomposisi daun tebu. Persentase perubahan warna daun dijadikan tolak ukur kemampuan isolat *Trichoderma* dalam mendekomposisi daun. Dari hasil pengujian ini, ada tiga isolat yang memiliki kemampuan terbaik, yaitu: Isolat T18 (98,3%), ASB16 (95%), dan TASB 1 (90%). *R. solani* juga memiliki kemampuan dekomposisi yang baik (95%).



Gambar2. Kemampuan isolat *Trichoderma* dalam mendekomposisi daun

Meskipun *Trichoderma* dikenal sebagai dekomposer, ternyata dari hasil uji ini tidak semua isolat koleksi Balittas memiliki kemampuan mendekomposisi yang baik. Uji lebih lanjut masih perlu dilakukan.

Dari hasil uji ini diharapkan isolat *Trichoderma* yang memiliki kemampuan antagonis dan dekomposisi yang baik dapat digunakan sebagai pengendali *R. solani* di lapang sekaligus sebagai bahan dekomposer serasah tebu untuk meningkatkan bahan organik di dalam tanah. Sebagaimana diketahui, penambahan bahan organik ke dalam tanah akan memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah. Gao et al. (2010) menyatakan bahwa perbaikan kondisi tanah tersebut akan meningkatkan pertumbuhan perakaran, lebih tahan terhadap kekeringan dan membantu penyerapan unsur hara.

4. Kesimpulan

Dari 30 isolat yang diuji ada 18 isolat yang memiliki potensi sebagai antagonis secara in vitro, Sedangkan dari uji lanjutan *detach leaf method* ada satu isolat terbaik, yaitu: TASB 4 dengan persentase penghambatan 86,1%; lima isolat yang baik, yaitu: T9, T18, TPJ 18, T10, dan TPT 1 dengan kemampuan menghambat pertumbuhan *R. solani* 41,7-48,6%. Isolat-isolat yang memiliki kemampuan dekomposisi daun tebu di atas 90% ada tiga, yaitu: T18 (98%), TASB 16 (95%), dan TASB 1 (90%), serta lima isolat yang memiliki kemampuan dekomposisi di atas 80%, yaitu: TPJ 18, T10, T12, TASB 4, dan TASB 6.

5. Daftar Pustaka

Chaverri, P, Gazis, RO, & Samuels, GJ. 2011. *Trichoderma amazonicum*, a New Endophytic Species on *Hevea brasiliensis* and *H. guianensis* From the Amazon Basin. *Mycologia*, 103: 139-151.

- Cuervo-Parra, JA, Snchez-Lpez, V, Romero-Cortes, T, & Ramirez-Lepe, M. 2014. *Hypocrea/Trichoderma viridescens* ITV43 with Potential for Biocontrol of *Moniliophthora roreri* Cif Par, *Phytophthora megasperma* and *Phytophthora capsici*. *African Journal of Microbiology Research*, 8: 1704-1712.
- Deschamps, F, Giuliano, C, Asther, M & Huet, M. 1985. Cellulases Production by *Trichoderma harzianum* in Static and Mixed Solid State Fermentation Reactor Under Nonaseptic Conditions. *Biotechnology and Bioengineering*, 27(13):28-31.
- Elad, Y. 2000. Biological Control of Foliar Pathogens by Means of *Trichoderma harzianum* and Potential Modes of Action. *Crop Protection*, 19: 709–714.
- Elad, Y. 1995. Mycoparasitism, in: Kohmoto, K, Singh, US, Singh, RP (Eds.), Pathogenesis and Host Specificity in Plant Diseases: Histopathological, Biochemical, Genetic and Molecular Basis, Eukaryotes, Vol. II. Pergamon, Elsevier, Oxford, UK, pp. 289-307.
- Gao, M, Liang, F, Yu, A, Li, B & Yang, L. 2010. Evaluation of Stability and Maturity during Forced-Aeration Composting of Chicken Manure and Saw Dust at Different C/N Ratios. *Chemosphere*, 78: 601-607.
- Ghazanfar, MU, Raza, M, Raza, W, Qamar, MI. 2018. *Trichoderma* as Potential Biocontrol Agent, its Exploitation in Agriculture: a Review. *Plant Protection*, 2(3):109-135.
- Harman, GE, Howell, CR, Viterbo, A, Chet, I & Lorito, M. 2004. *Trichoderma* Species-opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2:43-56.
- Kim, C-S, Park, M-S, Kim, S-C, Maekawa, N & Yu, S-H. 2012. Identification of *Trichoderma*, a Competitor of Shiitake Mushroom (*Lentinula edodes*), and Competition Between *Lentinula edodes* and *Trichoderma* species in Korea. *The Plant Pathology Journal*, 28: 137-148.
- Mohammad, N, Alam, MZ, Kabbashi, NA & Ahsan, A. 2012. Effective Composting of Oil Palm Industrial Waste by Filamentous Fungi: a Review. *Resources, Conservation and Recycling*, 58:69–78.
- Papavizas, GC. 1970. Colonization and Growth of *Rhizoctonia solani*, in: Parmeter DC (ed). *Rhizoctonia: Biology and Pathology*, Univ. California, Berkeley, pp. 108-122.
- Safuiddin, A & Sheikh, M. 2016. Preliminary Investigation Suggests Soilborne *Rhizoctonia solani* Infecting Sugarcane in Uttar-Pradesh India. *Adv Plants Agric Res*, 3(6):208–210. DOI: 10.15406/apar.2016.03.00121
- Tengerdy RP & Szakacs, G. 2003. Bioconversion of Lignocellulose in Solid Substrate Fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 13 (2-3):169–179.

Pengaruh Perlakuan Air Panas pada Bagal atau *Bud Chip* yang Ditanam Dalam Juring Ganda/Tunggal terhadap Kejadian Penyakit Tebu

Hot Water Treatment Effects on *Bud chips* Planted in Double / Single Row Against Sugar Cane Disease

Supriyono, Titiek Yulianti, dan Cece Suhara

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat.

Jl. Raya Karangploso Km 4 Malang

tyuliant@gmail.com

Abstrak. Penyakit biotik pada tebu ada dua jenis, yaitu penyakit sistemik dan penyakit lokal. Penyiapan benih yang sehat melalui perlakuan air panas (PAP) dan pengaturan PKP melalui sistem juringan diharapkan mampu mengurangi kejadian penyakit tebu. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Asembagus menggunakan PS 862 dengan rancangan faktorial dalam kelompok dengan tiga ulangan. Faktor pertama, asal benih, yaitu (1) bakal diberi PAP 45°C selama 30 menit; (2) bakal yang tidak diberi PAP; (3) *bud chip*. Faktor kedua sistem juringan; (1) juring tunggal (PKP 110) dan (2) juring ganda (PKP 50/70). Pengamatan dilakukan 3 kali, yaitu umur 3, 6, dan 9 bulan. Khusus untuk penyakit pembuluh dilakukan pada umur 9 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan benih dengan air panas meningkatkan kesehatan tanaman tebu. Kejadian penyakit pokkah boeng dan mosaik pada tanaman tebu yang berasal dari benih bakal yang diberi PAP dan *bud chip* cenderung lebih rendah dibandingkan dengan benih yang berasal dari bakal tanpa PAP, meskipun secara statistik tidak terlihat nyata. Sistem tanam juring ganda maupun tunggal tidak memberi pengaruh nyata terhadap penyakit. Noda cincin, dan noda kuning hanya ditemukan pada tanaman tebu berumur 6 bulan. Dalam penelitian ini penyakit luka api hanya muncul pada tanaman RC. Penyakit pembuluh, dan karat tidak ditemukan.

Kata kunci: perlakuan air panas, *bud chip*, juring ganda, mosaik, pokkah boeng.

Abstract. There are two types of sugarcane biotic diseases, ie. systemic and localized. Preparation of healthy seed cane through hot water treatment (HWT) and setting of distance between furrow through double and single furrow system were expected to reduce disease incidence. This study was conducted at Asembagus Research Station using PS 862 designed at blocked factorial design with three replicates. First factor was seed cane source: cane sets treated with HWT 45°C for 30 minutes; (2) non HWT cane sets; (3) *bud chip*. Second factor was furrow system (1) single furrow (distance between furrow 110 cm); (2) double furrow (distance between furrow 50/70). Disease observation was done three times, ie: 3, 6, and 9 months, except RSD was observed once, at 9 month old. Results showed that HWT increased sugarcane plant health. Disease severity of pokkah boeng and mosaic tended lower at sugarcane plants from HWT cane setts. Single or double furrows did not affect disease development significantly. Yellow spot and ringspot were only found at 6 month old plant. *Smut* was only found in Ratoon Cane (RC), RSD and rust were not found during this study.

Keywords: hot water treatment, double furrow, mosaic, pokkah boeng

1. Pendahuluan

Penyakit dapat mengakibatkan produksi gula menurun secara nyata. Misalnya penyakit pokkah boeng dapat menginfeksi 90% batang dan menyebabkan kehilangan hasil 10-38% (James, 2004). Penyakit daun hangus dapat menyebabkan kerugian 13-25% tergantung ketahanan varietas (Irawan, 1993). Penyakit pembuluh menyebabkan kerugian sekitar 10% pada tanaman baru, pada tanaman keprasan pertama 11,5-25,1%, keprasan kedua 25,1-46,2% (Forbes et al., 1960 dalam Pawirosemadi, 2011). Hasil survei penyakit pada perkebunan tebu di Indonesia, khususnya di Jawa oleh BSES Australia dan P3GI menyatakan bahwa virus mosaik, '*leaf scorch*' atau daun hangus (*Stagonospora sacchari*), dan 'target blotch' atau bercak bertarget (*Drechslera halodes*) merupakan penyakit utama (ACIAR, 2012). Penyakit mosaik dapat menyebabkan kerugian hablur 9% (Handojo, 1982).

Sampai saat ini sanitasi kebun dan pembongkaran tanaman sakit, penggunaan benih sehat, perlakuan benih dengan air panas (PAP), dan penggunaan varietas toleran merupakan komponen pengendalian penyakit tebu secara umum. Secara khusus, Pawirosemadi (2011) merekomendasikan penyemprotan tembaga asetat netral 1% untuk mengurangi serangan pokkah boeng (Pb). Dilaporkan bahwa senyawa tersebut mampu menekan kerusakan Pb stadia 3 dari 11,9% menjadi 6,9%, dan Pb stadia 2 dari 1,7% menjadi 0,9%. Pencelupan benih dengan fungisida bahan aktif triadimefon 0,5 g ba/liter air, mampu menahan serangan jamur luka api sampai tanaman berumur 6 bulan. Saat ini penanaman tebu dari benih *bud chip* dianggap lebih baik dibandingkan dengan benih yang berasal dari bagal.

Hasil penelitian Djumali et al. (2016) menunjukkan bahwa sistem penanaman juring ganda meningkatkan produksi 2,2 kali lipat tanpa harus kehilangan mutu (rendemen tetap). Sistem aerasi dan pencahayaan juga lebih baik. Namun, sistem ini belum diketahui pengaruhnya terhadap perkembangan penyakit.

Dalam penelitian ini penggunaan benih dari bagal dan *bud chip* akan diberi perlakuan air panas sebelum ditanam dalam juring ganda atau tunggal. Diharapkan komponen-komponen teknologi yang tersebut di atas mampu mengurangi kejadian penyakit yang secara teknis mudah diterapkan petani, secara ekonomi mempunyai nilai efisiensi, dan secara ekologi mempunyai nilai ramah lingkungan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di KP Asembagus selama dua tahun pada tanaman awal (PC) dan ratun (RC) menggunakan varietas PS 862. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak faktorial dalam kelompok yang diulang tiga kali. Faktor pertama adalah sistem juringan: (1) juring tunggal (PKP 110 cm) dan (2) juring ganda (PKP 50/170). Faktor kedua adalah asal benih, yaitu: (1) bagal yang diberi perlakuan air panas (PAP) 45°C selama 30 menit; (2) bagal tanpa PAP dan (3) *bud chip*.

Pengamatan dilakukan pada umur 3, 6, dan 9 bulan, khusus untuk penyakit pembuluh dilakukan pembongkaran tanaman pada umur 9 bulan lalu batangnya dibelah untuk melihat gejalanya. Setiap petak diambil 15 rumpun tebu pada 5 baris anak sampel. Parameter pengamatan: untuk penyakit-penyakit sistemik seperti pokkah boeng dihitung kejadian penyakit, yaitu jumlah batang yang terserang dibagi jumlah batang tiap rumpun. Sedangkan untuk penyakit lokal seperti noda cincin, noda kuning, karat daun, dihitung keparahannya. Setiap rumpun sampel hanya diambil satu batang dan diamati pada daun 1,2,3,4,dan 5 kemudian diskor. Hasil pengamatan dari masing-masing parameter selanjutnya dianalisis berat atau ringannya serangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penyakit Sistemik

Gejala penyakit sistemik yang muncul hanya pada tanaman PC hanya pokkah boeng dan mosaik. Pada tanaman PC, pokkah boeng terlihat pada umur 6 dan 9 bulan, sedangkan pada tanaman RC terlihat pada umur 3 dan 6 bulan. Penyakit luka api hanya terlihat pada tanaman RC ketika tanaman berumur 6 bulan

- **Pokkah boeng**

Gejala pokkah boeng pada tanaman PC baru terlihat ketika tanaman berumur 6 bulan diawali dengan bercak-bercak klorotik pada pangkal daun muda. Pada beberapa rumpun terlihat pucuk klorosis dan terpelintir. Dari hasil penelitian tampak bibit yang berasal dari *bud chip* cenderung lebih rentan terhadap pokkah boeng dibandingkan yang berasal dari bakal meskipun secara statistik tidak berbeda (Gambar 1). Kejadian penyakit pokkah boeng paling rendah (2.74%) terdapat pada tanaman tebu yang berasal dari bakal yang di PAP, sedangkan yang berasal dari *bud chip* cenderung rentan terhadap pokkah boeng (8.48%). Penyakit pokkah boeng cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman tebu. Tanaman tebu yang berasal dari bakal yang tidak di PAP pada umur 9 bulan paling tinggi serangan pokkah boengnya. Dalam percobaan ini tanaman tebu berumur 6 maupun 9 bulan baik yang ditanam dengan sistem juring ganda maupun juring tunggal kejadian pokkah boengnya hampir sama. Pada umur 6 bulan kejadian penyakitnya masing-masing 5.25 dan 5.87%, sedangkan pada umur 9 bulan masing-masing 18.74% dan 17.5%.

- **Mosaik**

Penyakit ini disebabkan oleh virus. Gejala mosaik pada tebu tampak pada daun berupa bercak mosaik berwarna hijau terang yang menyebar di seluruh permukaan daun. Daerah klorosis paling jelas tampak pada dasar daun, dan kadang tampak pada pelepah daun. Penyakit mosaik tergolong sistemik dan infeksi berawal dari benih yang sakit. Pada tanaman PC, gejala baru terlihat pada umur 6 bulan, sedangkan pada tanaman RC gejala mosaik sudah terlihat pada umur 3 bulan. Seiring dengan menuanya umur tebu, gejala makin pudar, sehingga pada tanaman RC umur 6 bulan kejadian penyakit menurun. Pada penelitian ini asal benih maupun sistem juringan tidak memberi efek nyata terhadap penyakit mosaik, meskipun ada kecenderungan tanaman yang berasal dari bakal yang di PAP cenderung lebih rendah (Tabel 2).

Tabel 2. Kejadian penyakit mosaik pada tanaman tebu PC umur 6 bulan, RC 3 dan 6 bulan

Perlakuan	Kejadian Penyakit (%)		
	PC 6 bl	RC 3 bl	RC 6 bl
Bagal tanpa PAP	7,18	34,395	18,19
Bagal dengan PAP	1,64	32,615	0,79
Bud chip	0,00	40,375	5,38
Juring Tunggal	1,94	41,32	14,36
Juring Ganda	2,94	30,27	1,88
	tn	tn	tn

Menurut Ghrisam (2000) tanaman tebu muda paling rentan terhadap serangan virus ini, namun serangan saat tanaman masih muda akan berlanjut terutama jika kondisi lingkungan mendukung perkembangan penyakit. Penggunaan bibit sehat dan bebas virus sangat penting untuk mencegah perkembangan penyakit, namun PAP tidak bisa mengeliminasi virus yang ada di dalam batang tebu. Meskipun dalam penelitian ini bagal yang di PAP kejadian mosaiknya paling rendah.

- **Luka Api**

Penyakit luka api disebabkan oleh jamur *Ustilago scitaminea* H & P. Sydow, dan hanya ditemukan ketika tanaman berumur 6 bulan saat musim kemarau. Sebagaimana disebutkan oleh Semangun (2000) pada musim kemarau penyakit cenderung lebih berat karena tanaman menjadi lemah.

Daun-daun tebu yang terserang luka api biasanya daunnya cenderung tegak dan menyempit. Daun yang masih menggulung mengeras dan berubah bentuk seperti cambuk berwarna hitam (Gambar 2) yang merupakan kumpulan spora jamur yang dilindungi oleh selaput tipis. Menurut Semangun (2000) biasanya cambuk memiliki diameter sekitar 1 cm (sebesar pensil) dengan panjang bervariasi mulai beberapa cm sampai 1,5 m.



Gambar 2. Gejala penyakit luka api

Dalam penelitian ini, luka api tidak terlihat pada tanaman PC, karena menggunakan benih yang bukan berasal dari tanaman terinfeksi jamur luka api. Namun gejala luka api muncul pada tanaman RC pada sistem juring tunggal (Tabel 3). Hal ini terjadi mungkin karena infeksi primer jamur luka api ini oleh teliospora yang disebarkan oleh angin (Comstock, 2000).

Tabel 3. Kejadian luka api pada tanaman tebu RC umur 6 bulan

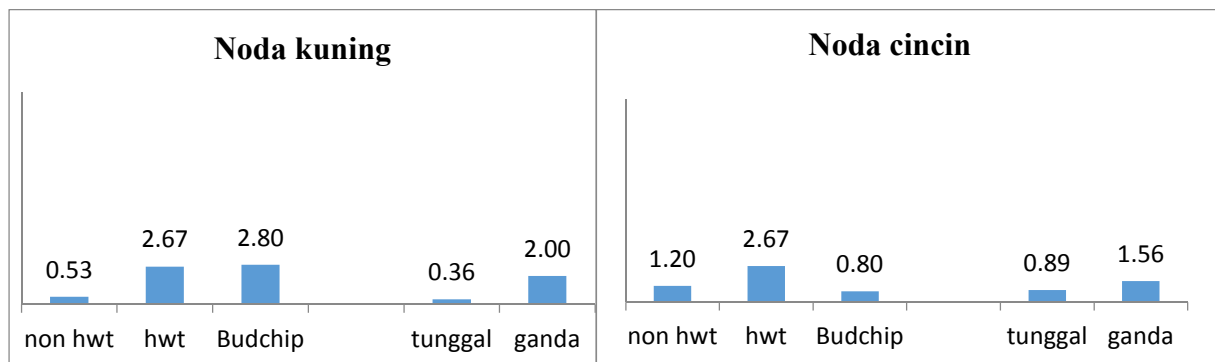
Perlakuan	Kejadian penyakit (%)	Perlakuan	Kejadian penyakit (%)
Tunggal Bagal	0,65	Ganda Bagal	0
Tunggal Bagal PAP	0	Ganda Bagal PAP	0
Tunggal <i>Bud chip</i>	3,33	Ganda <i>Bud chip</i>	0

- **Penyakit Pembuluh**

Hasil pengamatan tanaman tebu pada umur 9 bulan dengan melihat gejala visual melalui pembelahan batang tebu, tidak ditemukan penyakit pembuluh yang disebabkan oleh bakteri *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*.

3.2. Penyakit Lokal

Penyakit lokal/bercak daun yang ditemukan adalah noda kuning dan noda cincin pada tanaman tebu PC berumur 6 bulan dengan intensitas yang sangat rendah. Penyakit ini tidak terbawa benih dan tidak berpengaruh terhadap produksi.



Gambar 3. Keparahan penyakit noda kuning dan noda cincin pada tebu berumur 6 bulan

Sebenarnya tujuan awal PAP terhadap bakal tebu adalah untuk meningkatkan perkecambahan (Wismer & Bailey, 1989), namun metode ini akhirnya berkembang untuk mengeliminasi patogen penyakit tebu, terutama yang terbawa benih.

Dari hasil penelitian ini, secara umum penggunaan bakal yang di PAP 45°C selama 30 menit meningkatkan kesehatan tebu meskipun kurang nyata. Hal ini mungkin karena suhu yang digunakan berbeda. Gillaspie and Teakle (1989) memperlakukan batang tebu dengan air panas 50°C selama 2-3 jam untuk mengendalikan penyakit pembuluh, namun berdampak terhadap perkecambahan mata tunas. Sedangkan Waktola (2014) menggunakan PAP dengan suhu 52°C selama 30–45 menit diikuti perendaman bakal dengan fungisida difenokonazol atau triadimefon (2 ml/liter) selama 2 jam untuk mencegah infeksi spora jamur luka api dari tanah. Suhu dan lama perendaman selama PAP merupakan faktor kritis keberhasilan metode ini dalam mengendalikan penyakit sistemik terbawa benih dan mempertahankan viabilitas mata tunas.

Moutia & Dookun (1991) melaporkan bahwa merendam tebu dalam air dingin selama 2 hari diikuti PAP 50°C selama 3 jam mampu mengeliminasi bakteri kontaminan sebesar 35%, sedangkan PAP 52°C selama 20 menit diikuti PAP 50°C selama 3 jam mengeliminasi bakteri kontaminan sebesar 45%. Damayanti *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa PAP dengan suhu 53°C selama 10 menit bisa menurunkan keparahan penyakit mosaik bergaris yang disebabkan oleh virus dan mampu mempertahankan viabilitas/perkecambahan tunas tebu. Perendaman lebih dari 10 menit mematikan mata tunas. Waktola (2014) menyatakan bahwa PAP menyebabkan benih lebih rentan dan mudah terinfeksi oleh spora jamur yang bertahan di dalam tanah dibandingkan dengan benih yang tidak di PAP.

4. Kesimpulan

Perlakuan bagal dengan air panas (PAP) meningkatkan kesehatan tanaman tebu. Kejadian penyakit pokkah boeng dan mosaik cenderung lebih rendah pada tanaman tebu yang berasal dari bibit yang di PAP dibandingkan bagal tanpa PAP, meskipun secara statistik tidak terlihat nyata. Penyakit luka api tidak terbawa benih karena benih berasal dari tanaman yang tidak terinfeksi jamur luka api dan kejadiannya baru muncul pada tanaman RC. Penyakit noda cincin, dan noda kuning hanya ditemukan pada tanaman tebu PC berumur 6 bulan.

Sistem tanam juring ganda maupun tunggal juga tidak memberi pengaruh nyata terhadap penyakit..

5. Daftar Pustaka

- ACIAR. 2012. Integrated Pest Management of Stem Borers and Insect Vectors of Viral Diseases of Sugarcane in Indonesia. Australian Centre for International Agricultural Research. <http://aciarc.gov.au/project/HORT/2006/147> [3 Agustus 2012].
- Comstock, J.C. 2000. “*Smut*”. In: A Guide to Sugarcane Diseases Ed. P. Rott, J.C. Comstock, B.J. Croft and A.S. Saumtally. CIRAD/ ISSCT, Montpellier.
- Damayanti, T.A., Putra, L.K., & Giganto. 2010. Hot Water Treatment of Cutting-Cane Infected with Sugarcane Streak Mosaic Virus (SCSMV), *Journal of ISSAAS* [International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences] 16 (2):17-25.
- Djumali et al. (2015) Djumali, A.D. Khuluq, S. Mulyaningsih. 2016. Pertumbuhan dan Produktivitas Tebu pada Beberapa Paket Tata Tanam di Lahan Kering. *J. Agron. Indonesia*, 44:211-219.
- Gillaspie, A.G. and D.S. Teakle. 1989. “Ratoon Stunting Disease”. p. 59–50. In Ricaud, C., B.T. Egan, A.G. Gillaspie, and C.G. Hughes (eds). *Diseases of Sugarcane: Major Diseases*. Elsevier. Amsterdam-Oxford-New York- Tokyo.
- Grisham MP. 2000. Mosaic. In: A Guide to Sugarcane Diseases(eds Rott P, Comstock JC, Croft BJ and Saumtally AS. CIRAD/ISSCT, Montpellier.
- Handojo. 1982. Penyakit Tebu di Indonesia. BP3G Pasuruan. 189 hal.
- Irawan. 1993. Pedoman Identifikasi Penyakit Tebu di Indonesia. P3GI 54 hal.
- James, G. 2004. Sugarcane. Second edition. Blackwell Science Ltd a Blackwell Publishing Company. 54-100.
- Moutia M. and A. Dookun. 1999. Evaluation of Surface Sterilization and Hot Water Treatments on Bacterial Contaminants in Bud Culture of Sugarcane. *Experimental Agriculture*, 35 (3): 265-274. DOI: <https://doi.org/10.1017/S001447979900304X>
- Pawirosemadi, M. 2011. Dasar-dasar Teknologi Budidaya Tebu dan Pengolahan Hasilnya. Editor: Simoen, S. Penerbit Universitas Negeri Malang (UM Press). 811 hal.
- Raid, R.N. 2015. Pokkah Boeng Disease of Sugarcane. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A & M University Cooperative Extension Program, and Boards of County Commissioners Cooperating. Publication #SS-AGR-204
- Semangun H. 2000 Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Vishwakarma SK, Kumar P, Nigam A, Singh A, Kumar A. 2013. Pokkah Boeng: An Emerging Disease of Sugarcane. *J Plant Pathol Microbe*: 170 doi:10.4172/2157-7471.100017
- Waktola, A.T. 2014. “Integrated Management of Sugarcane *Smut* (*Ustilago scitaminea*) Through *Hot water treatment* And Fungicides At Wonji-Shoa Sugar Estate”. M.Sc Thesis. Haramaya University, Ethiopia. 81 pp.

Whittle PJL and Irawan 2000. Pokkah boeng. Pp 136-140 In: Rott, P. , RA Bailey, JC Comstock, BJ Croft, and AS Sauntally (eds). A Guide to Sugarcane Diseases. CIRAD and ISSCT

Wismer, C.A. and Bailey, R.A. 1989. Pineapple Disease. pp145-146. In: Ricaud, C., Egan, B.T., Gillaspie, A.G. and Hughes, C.G. (Eds.) Diseases of Sugarcane-Major Diseases. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York- Tokyo.

Tingkat Keparahan Penyakit Luka Api pada 20 Galur Harapan Tebu dan Varietas

Disease Severity of *Smut* on 20 Sugarcane Clones and Varieties

Kristiana Sri Wijayanti, Supriyono, Titiek Yulianti

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Email: kristianawidjajanti@gmail.com

Abstrak. Penyakit luka api akhir-akhir ini endemik di hampir seluruh perkebunan tebu di Jawa dan Sulawesi Selatan. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Sporisorium scitamineum*. Serangan yang parah akan menurunkan pertumbuhan tebu dan kualitas nira. Meskipun ada beberapa fungisida yang mampu menekan pertumbuhan jamur dan perkembangan penyakit. Pengendalian yang terbaik adalah dengan menanam varietas yang toleran atau tahan. Dalam penelitian ini 20 galur dan varietas tebu yang ditanam di tiga lokasi pengembangan tebu, yaitu: Kediri, Pati, dan Caming diamati tingkat keparahan penyakit untuk melihat ketahanannya. Penghitungan tingkat serangan dilakukan pada tiga rumpun secara acak pada setiap juring sepanjang 10 m dengan menghitung jumlah batang/rumpun. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tingkat keparahan penyakit luka api pada umur 4 bulan berkisar 0-8%. Sedangkan pada umur 7 bulan, tingkat keparahannya meningkat sampai 13%. Kejadian luka api paling banyak ditemukan di Caming. Semua galur dan varietas yang diamati menunjukkan gejala luka api. Dari 20 galur yang diamati, keparahan MLG 45 yang ditanam di Caming paling rendah, yaitu 0.16% dan yang terparah adalah galur MLG 55 dengan tingkat keparahan 13.35%. Penyakit luka api tidak ditemukan pada galur MLG 4, MLG 9, MLG 23, MLG 29, MLG 38, MLG 45, MLG 49 yang ditanam di Kediri ketika tanaman berumur 4 bulan, namun pada umur 7 bulan mulai terlihat dengan tingkat keparahan 0-5%. MLG 12 memiliki tingkat keparahan tertinggi 8.63%. Kejadian luka api di Pati termasuk yang paling rendah jika dibandingkan dengan dua lokasi lainnya. Jumlah galur yang tidak bergejala (0%) ada 9, yaitu MLG 12, MLG 9, MLG 4, MLG 23, MLG 29, MLG 49, MLG 45, MLG 38, JR 01 dan 3 varietas (BL, Kenthung, dan PS 881). Galur MLG 56 menunjukkan gejala luka api dengan tingkat keparahan 4.44%.

Kata kunci: luka api, tebu, *Sporisorium scitamineum*

Abstract. Recently, *smut* has been endemic in almost all sugarcane plantation in Java and South Sulawesi. The disease caused by *Sporisorium scitamineum*. Severe infection would reduce growth and quality of sugar content. Although, there were several fungicides effectively inhibited the growth of the fungus and reduced the disease development, the best control method was the use of tolerant or resistant varieties. In this study, 20 clones and varieties grown in three different locations, which were center of development of sugarcane plantation i.e.: Kediri, Pati, and Caming were observed their disease severity of *smut* to estimate their resistance. Estimation of the disease severity was done by calculating number of diseased stalk/clump. Three clumps at each 10 m length furrow was sampled randomly. Results showed that disease severity ranged between 0-13.35 %. The highest disease incidence occurred in Caming. All of the observed clones and varieties show *smut* symptom, with MLG45 showed the lowest disease severity (0.16%) and the most severe was MLG 55 (13.35 %). In Kediri, *smut* was not found in MLG 4, MLG 9, MLG 23, MLG 29, MLG 38, MLG 45, and MLG 49 when they were 4 month old. However, some of them started to show the symptom with severity up to 5%. MLG 12 has the highest disease severity (8.63%). The lowest disease incidence of *smut* was in Pati compared to two other locations. Number of

clones without *smut* symptom (0%) was 9, ie: MLG 12, MLG 9, MLG 4, MLG 23, MLG 29, MLG 49, MLG 45, MLG 38, JR 01 and 3 varieties (BL, Kenthung, dan PS 881).

Keywords: *smut*, sugarcane, *Sporisorium scitamineum*.

1. Pendahuluan

Penyakit luka api (*smut*) pada tanaman tebu disebabkan oleh *Sporisorium scitamineum*. Gejala yang khas dari penyakit luka api adalah adanya cambuk yang berwarna hitam pada ujung tanaman tebu yang memanjang. Biasanya cambuk berada di titik tumbuh tebu. Tanaman tebu yang terinfeksi luka api akan menyebabkan terbentuknya tunas samping dan tunas tegak dengan daun yang kecil dan sempit. Penyakit luka api dapat menyebabkan kerugian yang signifikan pada produksinya. Pada varietas yang rentan dapat menurunkan produksi mulai 30-100% (SRA, 2013). Kristini et al. (2000) menyatakan bahwa penyakit luka api perlu mendapatkan perhatian yang sangat serius dikarenakan hasil survei menunjukkan bahwa hampir semua pabrik gula di Jawa perkebunan tebunya dijumpai penyakit luka api.

Sebuah studi yang dilakukan oleh Bergamin et al. (1989) yang mencatat kejadian penyakit luka api sangat mengkhawatirkan di Brazil. Peningkatan kejadian penyakit yang ditemukan dikaitkan dengan tingkat kerentanan varietas dan bertambahnya umur tanaman. Pertama kali ditemukan cabuk apikal luka api yaitu pada umur tanaman 120 hari, munculnya cambuk kedua menghasilkan jumlah teliospora dan bertanggung jawab untuk menginfeksi terminal bud dan lateral pada tanaman. Penggunaan varietas yang rentan menunjukkan lebih banyak kerugian karena dapat terjadi infeksi sekunder. Kerugian akibat luka api pada tanaman ratoon dapat menurunkan produksi antara 70,7%-75,3% (Shandu, et al. 1969).

Cara mendeteksi yang paling mudah dari tebu yang terinfeksi luka api adalah kemunculan dari cambuk. Morfologi cambuk berbeda mulai pendek, panjang atau membengkok. Tanaman tebu yang terinfeksi penyakit luka api dapat menyebabkan jumlah anakan yang kecil-kecil dan banyak dan juga akan memiliki jumlah tunas tegakan dengan daun yang kecil dan sempit (Sundar, et al. 2012). Pengembangan dan tingkat keparahan penyakit tergantung pada kondisi lingkungan dan ketahanan varietas tebu yang digunakan. Keberhasilan pengelolaan luka api sangat diperlukan salah satunya adalah dengan lebih memperhatikan ketahanan inangnya.

Pengamatan kejadian penyakit secara rutin dapat dilakukan untuk mengetahui perkembangan penyakit. Pada saat pengamatan kejadian penyakit dapat dilihat adanya gejala yang segera dilakukan pengendalian secara preventif. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui tingkat keparahan penyakit luka api pada tiga lokasi pengembangan tebu.

2. Metodologi Penelitian

Pengamatan keparahan penyakit luka api dilakukan mulai bulan ke 7 setelah tanam di tiga lokasi pengembangan tebu, yaitu di Pati, Kediri dan Caming-Sulawesi Selatan. Galur yang diamati sejumlah 20 dan dilakukan pengulangan 3 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 5 juring x 10 m. Pengamatan dilakukan pada semua juring perlakuan, setiap juring diamati 3 titik (3 rumpun). Pengamatan penyakit luka api tebu dapat dihitung per rumpun atau dengan menghitung batang terserang kemudian dibagi dengan jumlah rumpun/batang yang diamati dan dikalikan 100%. Data persentase kejadian penyakit luka api dihitung dengan rumus;

$$\text{Kejadian penyakit} = \frac{\text{jumlah batang yang terserang}}{\text{jumlah batang per rumpun}} \times 100\%$$

Setelah dihitung kejadian penyakit, dilakukan pengelompokan kriteria ketahanan berdasarkan Rao et al. (2006), yaitu:

Respon	Kode	Kejadian penyakit %
Tahan	R	0-5
Moderat tahan	MT	5,1-15
Moderat rentan	MR	15,1-30
Rentan	R	>30,1

3. Hasil dan Pembahasan

Pengamatan penyakit luka api dilakukan di tiga lokasi, yaitu di Caming, Pati dan Kediri. Hasil pengamatan menunjukkan data yang berbeda pada setiap lokasi. Pengamatan dilakukan pada umur tanaman tujuh bulan, karena pertumbuhan spora cambuk luka api maksimal pada bulan keenam atau ketujuh. Pada pengamatan di Caming kejadian penyakit lebih merata pada semua galur yang diujikan apabila dibandingkan dengan dua lokasi yang lain. Kejadian penyakit dapat diamati dari adanya gejala yang muncul yaitu, adanya spora atau cambuk yang berwarna kehitaman. Rata-rata kejadian penyakit paling tinggi di Caming terlihat pada Cening dengan persentase kejadian penyakit 5,787% sedangkan yang terendah terjadi pada galur MLG 45 yaitu sebesar 0,157%. Di lokasi Pati ada 12 nomor yang tidak terinfeksi luka api, selebihnya terinfeksi dengan skala 0,433%-4,443%. Sama halnya di lokasi Pati ada beberapa galur yang tidak terinfeksi luka api di lokasi Kediri, yaitu sejumlah 7 galur. Selebihnya memiliki persentase kejadian penyakit antara 0,2%-8,633%.

Di beberapa lokasi ada perbedaan persentase kejadian penyakit pada setiap galur. Kejadian penyakit pada saat umur tujuh bulan dapat mencapai sekitar 13%. hal tersebut diakibatkan adanya lingkungan yang mendukung. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi perkembangan spora adalah suhu yang optimum. Buiyan et al. (2009), menyatakan bahwa suhu optimum untuk perkecambahan spora adalah 31 °C. Pada suhu tersebut perkecambahan spora signifikan lebih tinggi daripada suhu di atasnya atau di bawahnya. Semangun (2000), menyatakan bahwa pada musim kemarau penyakit luka api cenderung lebih berat, hal tersebut dikarenakan tanaman menjadi lemah (predisposisi), serta spora yang berada di lokasi dapat bertahan dalam tanah yang kering. Ada korelasi positif antara kelembapan relatif dengan kejadian penyakit dan terjadi korelasi negatif antara suhu maksimum dan minimum dengan kejadian penyakit (Mansoor et al. 2016).

Beberapa galur yang memiliki kejadian penyakit konsisten di tiga lokasi yaitu MLG 11, MLG 24, MLG 52 dan MLG 55. Kejadian penyakit di masing-masing lokasi menunjukkan perbedaan, akan tetapi hal tersebut mengindikasikan bahwa peluang galur untuk terinfeksi luka api sangatlah mungkin. Adanya peluang galur untuk terinfeksi kemungkinan terkait dengan sifat toleran terhadap penyakit luka api. Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam memaksimalkan ketahanan terhadap infeksi luka api adalah dengan varietas tahan. Croft et al. (2008), menyatakan bahwa strategi pemuliaan yang dikembangkan untuk menekan penyakit luka api menargetkan 25% hasil persilangan memiliki tingkat resisten terhadap luka api, 25% memiliki tingkat ketahanan menengah. Pelepasan varietas tahan penyakit menjadi strategi manajemen untuk mengurangi kehilangan hasil yang disebabkan patogen.

Hasil pengelompokan kriteria ketahanan, semua galur yang diujikan masih dalam rentang tahan dan moderat tahan. Karena hasil pengamatan menunjukkan ada kejadian penyakit antara 0-13%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa galur yang digunakan memiliki respon yang baik. Fontaniella et al. (2002), menyatakan bahwa penggunaan varietas rentan menunjukkan lebih banyak kerugian, karena adanya infeksi sekunder. Oleh sebab itu penanaman varietas tahan

terhadap luka api sangat dianjurkan untuk mengurangi terjadinya kejadian penyakit di lapang. Wada et al. (1999) menyatakan bahwa strategi pengelolaan secara terpadu dapat dilaksanakan yaitu dengan perendaman air panas saat pra-tanam, pemberian fungisida pada saat pra-tanam dan penggunaan varietas tahan.

Tabel 1. Kejadian penyakit luka api di 2 lokasi pada umur tanaman 7 bulan

Galur	Kejadian Penyakit (%)		
	Lokasi Caming	Lokasi Pati	Lokasi Kediri
MLG 4	2,553 bcd	0,767 b	0 b
MLG 5	4,777 bcd	0 b	0,8 b
MLG 9	1,133cd	0 b	0 b
MLG 11	5,47 bcd	0,753 b	0,92 b
MLG 12	0,667 cd	0 b	8,633 a
MLG 14	5,027 bcd	0 b	0,443 b
MLG 23	2,22 bcd	0 b	0 b
MLG 24	4,46 bcd	1,143 b	0,843 b
MLG 29	1,48 cd	0 b	0 b
MLG 38	4,537 bcd	4,443 a	0 b
MLG 43	0,8 cd	0 b	0,643 b
MLG 45	0,157 d	0,553 b	0 b
MLG 49	1 cd	0 b	0 b
MLG 52	4,84 bcd	0,867 b	0,267 b
MLG 55	13,353 a	0,867 b	1,213 b
MLG 56	7,987 ab	0,433 b	5,91 a
JR 01	3,83 bcd	0 b	0,2 b
PSBM/ BL / BL CM	5,423 bcd	0 b	0,91 b
2012/Kenthung/PS 881	6,583 bc	0 b	0,983 b
Cening/PS 881/Cening	5,787 bcd	0 b	1,623 b
LSD	6,034	2,201	3,287

4. Kesimpulan

Persentase kejadian penyakit luka api di 3 lokasi menunjukkan perbedaan. Hal tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh faktor epidemiologis. Terbukti bahwa pada galur yang sama di setiap lokasi memiliki persentase kejadian penyakit yang berbeda. Di Caming semua galur terinfeksi penyakit luka api, meskipun memiliki persentase yang berbeda. Galur yang tidak terinfeksi luka api terdapat di Pati yaitu sejumlah 12 galur dan Kediri sejumlah 7 galur.

5. Daftar Pustaka

Bergamin,A.; Amorim,L., Cardoso, C.O.N., Da Silva,W.M., Sanguino, A., Ricci, A. & Coel, J.A. 1989. Epidemiology of Sugarcane *Smut* in Brazil. *Sugarcane*, pp. 211-16.

- Bhuiyan, SA., Croft, BJ., Coxi, MC and Bade, G. 2009. Some Biological Parameters of the Sugarcane *Smut* Fungus *Ustilago scitaminea*. *Proc. Aust Soc Sugar Cane Tecnol.* vol 31.
- Croft, BJ., Berding, N., cox Mc and Bhuiyan, SA. 2008. Breeding *Smut*-resistant Sugarcane Varieties in Australia: Progress and Future Directions. *Proc. Aust. Soc. Sugarcane Technology*, vol. 30 : 125-134.
- Fontaniella, B.; Márquez, A., Rodríguez, C.W., Piñón, D., Solas, M.T., Vicente, C. & Legaz, M.E. (2002). A Role for Sugarcane Glycoproteins in the Resistance of Sugarcane to *Sporisorium scitaminea*. *Plant Physiol. Biochem.*, Vol. 40, pp. 881–889.
- SRA. 2013. Sugarcane *Smut*. Sugar Riset Australia, Information sheed. ISI 13012.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. UGM Press. 269-647.
- Kristini, A., Achadian, EM., Irawan, Putra, L.K., DianPratiwi, T., Mulyadi, M dan Murwandono. 2008. Potret Penyakit Tebu di Jawa: Distribusi dan Dominasi Penyakit-Penyakit Tebu Penting. *MPG*, 44 (4): 205-218.
- Mansoor, S., Asmlam, KM., and Khan, NA. 2016. Screening of Sugarcane Varieties/Lines against Whip *Smut* Disease in Relation to Epidemiological Factors. *J Plant Pathol Microbiol*, 7 (7): 1-5.
- Rao GP, Tripathi DNP, Upadhaya UC, Singh RDR, Singh RR. 1996. New Promising Red Rot and *Smut* Resistant Sugarcane Varieties for Eastern Utterpardesh. *Ind Sugar J*, 14: 261-263.
- Sandhu SA, Bhatti DS, Rattan BK (1969) Extent of Losses Caused by *Smut* (*Ustilago scitaminea* Syd.). *Jour Res (PAU)*, 6: 341-344.
- Sundar, AR.,Barnabas, LE, Malathi, P and Viswanatha, R. 2012. A Mini-Review on *Smut* Disease of Sugarcane Caused by *Sporisorium scitamineum*. Plant Pathology section, Sugarcane Breeding Institute (ICAR), Coimbatore, TamilNadu, India. pp: 107-128.
- Wada, A.C.; Mian, M.A.W., Anaso, A.B., Busari, L.D. & Kwon-Ndung, E.H. (1999). Control of Sugarcane *Smut* (*Ustilago scitaminea* Syd) Disease in Nigeria and Suggestions for an Integrated Pest Management Approach, Control of Sugarcane *smut* (*Ustilago scitaminea* Syd) Disease in Nigeria and Suggestions for an Integrated Pest Management Approach. *Sugar Tech.*, Vol.1, No. 3, pp. 48 – 53.

Penyakit Luka Api Tebu: Potensi Penyebaran dan Manajemen Pengendaliannya di Sulawesi Tenggara

Sugarcane *smut*: Potential distribution and disease management in Southeast Sulawesi

Cipto Nugroho

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara

Jl. Prof. M. Yamin No.89 Puuwatu, Kendari

Email: ciptonugroho@gmail.com

Abstrak. Tebu merupakan salah satu tanaman industri penting di Indonesia. Total kebutuhan gula konsumsi secara nasional adalah 3 juta ton, sedangkan pada tahun 2017 total produksi gula nasional hanya mencapai 2,5 juta ton. Target produksi gula nasional pada tahun 2018 adalah 2,75 ton dan pada tahun 2019 pemerintah menargetkan swasembada gula 3 juta ton. Perluasan areal tanam merupakan salah satu pilihan untuk meningkatkan produksi gula mendukung program swasembada gula nasional. Kawasan timur Indonesia memiliki potensi untuk pengembangan areal pertanaman tebu sesuai dengan karakteristik sumberdaya lahan dan iklim, salah satunya adalah wilayah Sulawesi Tenggara. Sejak tahun 2015, pemerintah provinsi Sulawesi Tenggara telah menyiapkan wilayah pengembangan tebu yang meliputi Kabupaten Bombana, Konawe Selatan, Kolaka, Muna, dan Buton Utara. Namun demikian, salah satu tantangan pengembangan tebu tersebut adalah cekaman biotik yang disebabkan serangan hama dan penyakit tanaman. Penyakit luka api disebabkan oleh patogen *Sporisorium scitamineum* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman tebu. Kehilangan hasil akibat penyakit ini mencapai 0.6% pada setiap 1% peningkatan tanaman terinfeksi. Penyakit ini dilaporkan telah menyerang pertanaman tebu di kawasan perkebunan tebu di Sulawesi Selatan. Hingga saat ini, belum ada laporan kejadian penyakit luka api di Sulawesi Tenggara. Akan tetapi jika dilihat pada letak geografis antara Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara, maka distribusi dan penyebaran penyakit luka api ini sangat mungkin terjadi di kedua wilayah tersebut. Makalah ini mengulas tentang patogen penyebab penyakit luka api pada tebu, epidemiologi penyakit, potensi penyebaran dan manajemen pengendaliannya di Sulawesi Tenggara.

Kata kunci: tebu, luka api, Sulawesi Tenggara, pengendalian

Abstract. Sugarcane is one of the important industrial plants in Indonesia. The total national consumption of sugar is 3 million tons, while in 2017 the total national sugar production only reaches 2.5 million tons. The national sugar production target was 2.75 tons in 2018 and 3 tons in 2019. Extensification is an option to increase sugar production on supporting the national sugar self-sufficiency program. The eastern Indonesia has a potency to develop sugarcane plantation areas according to the characteristics of land and climate resources, such as Southeast Sulawesi. Since 2015, the Southeast Sulawesi provincial government has prepared sugarcane development areas included Bombana, South Konawe, Kolaka, Muna, and North Buton Regency. One of the challenges of developing sugarcane is the biotic stress caused by pests and plant diseases. Sugarcane *smut* caused by *Sporisorium scitamineum* is one of the important diseases in sugarcane. Yield loss due to the disease reaches 0.6% in every 1% increase of infected plants. Sugarcane *smut* has reportedly attacked sugarcane plantations in South Sulawesi, but has not reported in Southeast Sulawesi. However, the distribution and spread of sugarcane *smut* could occur in Southeast Sulawesi, considering the close geographical site between both areas. This paper reviews the pathogen of sugarcane

smut, disease epidemiology, potential distribution and disease management of the disease in Southeast Sulawesi.

Keywords: sugarcane, *smut*, Southeast Sulawesi, disease management

1. Pendahuluan

Tebu merupakan salah satu tanaman industri penting di Indonesia dengan areal pertanaman pada tahun 2016 seluas 445.520 ha dengan produktivitas gula sebesar 5 ton/ha (Anonim¹, 2017). Setelah terjadi peningkatan luas areal tanam sebesar 5.95% antara tahun 2012-2014, luas areal pertanaman tebu kemudian mengalami penurunan sebesar 6.82% antara tahun 2014-2016. Produktivitas gula mengalami penurunan sebesar 13.27% antara tahun 2012-2016. Mulyani et al. (2008) menyebutkan dua permasalahan utama dalam industri gula nasional, yaitu: 1) rendahnya efisiensi dan manajemen industri gula nasional dan 2) kurangnya pasokan tebu. Kekurangan pasokan tebu tersebut terkait dengan rendahnya produktivitas, menciutnya areal tebu, dan harga yang rendah.

Salah satu penyebab rendahnya produktivitas tebu adalah adanya cekaman biotik terutama serangan hama dan penyakit. Lebih dari 30 jenis penyakit pada tanaman tebu yang disebabkan oleh cendawan, bakteri, virus, dan nematoda dilaporkan terjadi di Indonesia, namun hanya beberapa saja merupakan penyakit utama dan salah satunya adalah penyakit luka api (Putra et al. 2012). Penyakit luka api disebabkan oleh patogen *Sporisorium scitamineum* (sebelumnya disebut *Ustilago scitaminea*) merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman tebu (Stoll et al. 2003). Penyakit ini menyebabkan kerusakan pada tanaman tebu hampir di semua negara penghasil tebu dengan rata-rata kehilangan hasil akibat penyakit luka api sebesar 6% setiap 10% tanaman tebu terinfeksi (Hoy et al. 1986; Cumstock, 2000). Pada tanaman rentan kehilangan hasil dapat lebih besar bahkan puso.

Di Indonesia, penyebaran penyakit ini meliputi pertanaman tebu di pulau Jawa, Sumbawa, dan Sulawesi (Sundar et al. 2012). Sejak pemerintah menetapkan program swasembada tebu nasional melalui program intensifikasi maupun ekstensifikasi, kejadian serangan penyakit luka api ini menjadi sangat penting untuk diperhatikan. Makalah ini mengulas tentang patogen penyebab penyakit luka api pada tebu, epidemiologi penyakit, potensi penyebarannya ke Sulawesi Tenggara, dan manajemen pengendaliannya.

2. Potensi Pengembangan Tebu di Sulawesi Tenggara

Perluasan areal tanam (ekstensifikasi) merupakan salah satu pilihan untuk meningkatkan produksi tebu nasional. Sesuai dengan karakteristik sumberdaya lahan dan iklim, kawasan timur Indonesia yang relatif kering lebih cocok untuk pengembangan tebu (Mulyani et al. 2008). Las dan Mulyani (2006) menyebutkan bahwa Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara memiliki potensi lahan untuk perluasan areal tanam tebu di luar pulau Jawa. Berdasarkan laporan Jayanto (2002), terdapat 58.400 ha lahan kering dengan kriteria kesesuaian lahan yang tinggi dan sedang di wilayah Sulawesi Tenggara (Abuki, Lambuya, Tinanggea, dan Poleang) berpotensi untuk pengembangan tebu lahan kering di luar Pulau Jawa dalam mendukung peningkatan produksi gula nasional.

Pengembangan komoditas tebu di Sulawesi Tenggara telah dimulai pada tahun 1990 an yang diawali dari pengembangan areal tanaman tebu oleh salah satu BUMN seluas kurang lebih 400 hektar di wilayah Tinanggea. Selain itu, terdapat areal pengembangan tebu di wilayah Lamooso oleh swasta seluas kurang lebih 700 hektar. Namun demikian pengembangan tebu di kedua wilayah mengalami stagnasi hingga berhenti beroperasi di awal tahun 2000an. Namun sejak

pemerintah mencanangkan program swasembada gula, pada tahun 2015 dimulai lagi usaha pengembangan tebu di Sulawesi Tenggara.

Untuk mendukung program swasembada gula nasional yang dicanangkan pemerintah pusat, maka sejak tahun 2015 pemerintah Provinsi Sulawesi Tenggara menyiapkan lima kabupaten yang menjadi wilayah pengembangan tebu, diantaranya adalah Kabupaten Konawe Selatan, Bombana, Kolaka, Muna, dan Buton Utara dengan luas lahan pengembangan tebu sekitar 100.000 hektar (Suparman, 2015). Lebih lanjut Kementerian Pertanian menyiapkan lahan pengembangan tebu seluas 30.000 hektar sekaligus membangun dua pabrik gula di Kabupaten Konawe Selatan dan Kabupaten Bombana (Anonim², 2017). Suarni (2018) menyebutkan bahwa hingga saat ini terdapat 10 perusahaan yang sedang melakukan aktivitas pengembangan tebu di Kabupaten Konawe Selatan, Bombana, Muna, dan Muna Barat. Oleh karena itu dukungan pemerintah terhadap pengembangan areal perkebunan tebu rakyat sangat dibutuhkan sebagai kebun plasma yang berguna untuk menjaga kontinuitas suplai bahan baku bagi perusahaan sekaligus meningkatkan pendapatan masyarakat. Dengan demikian kemitraan antara pemerintah, swasta dan masyarakat tentunya sangat dibutuhkan untuk mempercepat pengembangan tebu untuk mendukung program swasembada gula nasional.

3. Karakteristik Penyakit Luka Api pada tebu

Penyakit luka api pada tebu disebabkan oleh cendawan *Sporisorium scitamineum* (sebelumnya disebut *Ustilago scitaminea*) dengan gejala penyakit yang mudah diamati yaitu pada ujung tanaman terlihat struktur seperti cambuk berwarna kehitaman dengan panjang 2 cm sampai dengan lebih dari 1 m. Struktur ini merupakan perkembangan abnormal pucuk tanaman yang ditutupi oleh lapisan cendawan yang menghasilkan teliospore berwarna coklat kehitaman. Gejala penyakit ini biasanya muncul pertama kali kurang lebih pada umur 120 hari setelah tanam atau bahkan struktur cambuk ini sudah terlihat lebih awal yaitu 6 – 8 minggu setelah tanam atau tunas dari ratoon yang terinfeksi (Comstock, 2000; Sundar et al. 2012). Pada varietas rentan, infeksi patogen menyebabkan tanaman tumbuh kerdil dengan batang relatif kecil dan menghasilkan anakan yang sangat banyak (50-100 anakan) sehingga menyerupai rumput (Croft, 2006).

Perkembangbiakan *S. scitamineum* dengan spora yang pada umumnya disebarkan melalui angin, tetapi spora juga dapat terbawa dalam bahan tanam, tanah, menempel pada serangga, hewan, dan alat pertanian (Comstock, 2000). Spora yang dihasilkan oleh struktur cambuk merupakan teliospora diploid yang akan membentuk apesorium apabila menempel pada permukaan tanaman (Croft et al. 2006). Hanya spora dikaryon yang bersifat parasit dan mampu menginfeksi tanaman. Spora dapat bertahan selama 2 -3 bulan pada tanah yang lembab dan akan lebih lama bertahan pada tanah yang kering. *S. scitamineum* merupakan obligat parasit yang dapat bertahan hidup selama tanaman inang masih hidup. Spora hanya diproduksi pada tanaman inang yang masih hidup.

Spora yang berkecambah membentuk hifa yang menembus jaringan meristem pada tunas muda. Teliospore ini hanya dapat menginfeksi jaringan muda, yaitu tunas atau pucuk batang dengan panjang kurang dari 5 – 10 cm. Cendawan akan dorman selama jaringan meristem tidak aktif dan akan aktif jika jaringan meristem aktif berkembang membentuk tunas. Cendawan berasosiasi dengan jaringan meristem hingga menstimulasi pembentukan sorus (struktur menyerupai cambuk). Struktur cambuk ini merupakan transformasi tunas yang tumbuh abnormal dan memanjang yang dipenuhi oleh teliospora berwarna cokelat kehitaman dan dilapisi membran tipis keperakan (peridium) yang akan pecah pada saat pelepasan spora (Trione, 1980).

4. Potensi Penyebaran Penyakit Luka Api di Sulawesi Tenggara

Penyakit luka api pada tebu awalnya dilaporkan pada tahun 1929 di pertanaman tebu di Pulau Jawa, namun tidak pernah dilaporkan lagi hingga adanya wabah penyakit tersebut pada tahun 1979 di Pulau Sumatera. Kemudian 10 tahun setelah wabah tersebut, dilaporkan bahwa kejadian penyakit luka api berkurang akibat penanaman varietas yang tahan terhadap penyakit tersebut. Selanjutnya selama 15 tahun setelah wabah penyakit di tahun 1979, penyakit luka api pada tebu telah menyebar ke seluruh Indonesia kecuali Sulawesi Utara (Putra, 1995; Mirzawan et al. 1996). Pada tahun 1990 an, Putra (2012) menyebutkan bahwa penyakit luka api pada tebu merupakan penyakit yang sangat penting dan sangat mempengaruhi produksi tebu nasional. Namun demikian pada tahun 2000an kejadian penyakit ini menurun secara bertahap pada perkebunan tebu di wilayah Jawa (Putra, 2000) dan pada survey pada tahun 2008 kejadian penyakit luka api pada perkebunan tebu komersial di Jawa kurang dari 5% (Kristini et al. 2008).

Penyakit luka api dilaporkan telah menyerang pertanaman tebu di wilayah Bone, Sulawesi Selatan. Namun demikian, belum ada laporan mengenai kejadian penyakit tersebut di Sulawesi Tenggara. Akan tetapi jika kita melihat pada letak geografis antara Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara, maka distribusi dan penyebaran penyakit luka api ini sangat mungkin terjadi diantara kedua wilayah tersebut. Penyebaran penyakit luka api utamanya disebabkan oleh spora yang terbawa angin dan bibit tebu yang terinfeksi oleh penyakit tersebut (Ferreira and Comstock, 1989). Jangkauan sebaran spora antar wilayah geografis tentunya dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin. Jarak antara pesisir timur Sulawesi Selatan dengan pesisir barat Sulawesi Tenggara kurang lebih 120 km. Pada kondisi cuaca, kecepatan dan arah angin yang sesuai maka penyebaran spora dengan perantara angin antara kedua wilayah tersebut dapat terjadi. Croft et al. (2008) menyebutkan bahwa penyakit luka api pada tebu dapat menyebar antar wilayah dengan jarak 600 -1000 km di Australia. Sebelumnya, Riley et al. (1999) menyebutkan bahwa penyakit luka api pada tebu ditemukan pertama kali di Australia diduga berasal dari Indonesia. Kemudian Braithwaite et al. (2004) melaporkan bahwa terdapat keragaman genetik yang sama antara populasi patogen *S. scitamineum* di Indonesia dan Australia, sehingga penyebaran patogen antar wilayah geografis sangat mungkin terjadi. Faktor lain yang ikut berperan dalam penularan dan penyebaran penyakit antar wilayah adalah mobilisasi bibit tebu yang terinfeksi, tanah, serangga, mamalia, dan alat-alat pertanian (Comstock, 2000; Croft et al. 2006).

5. Manajemen Pengendalian

Manajemen pengendalian penyakit luka api pada tebu dapat dilakukan dengan memutus siklus penyakit dimana tindakan pengendalian difokuskan pada titik-titik terlemah patogen dalam siklus penyakit. Berdasarkan bioekologi penyakit, strategi pengendalian penyakit luka api di Sulawesi Tenggara dapat mengikuti prinsip-prinsip sebagai berikut:

5.1. Eksklusi

Eksklusi merupakan suatu tindakan untuk mencegah masuknya suatu patogen penyakit ke dalam suatu wilayah (Maloy, 1993). Prinsip dasarnya adalah sebagian besar patogen penyakit tidak dapat berpindah dalam jarak jauh tanpa perantara (vektor) dan pembatas alami (laut, samudera, gurun, gunung dll) dapat menghalangi penyebaran penyakit. Patogen penyakit dapat berpindah tempat bersama dengan inangnya, atau dapat pula melalui perantara non-inang, misalnya tanah, alat-alat pertanian, dan kemasan atau container. Oleh karena itu tindakan karantina yang baik dapat mencegah penyebaran penyakit antar wilayah. Peran Badan Karantina Pertanian sangat penting dalam distribusi bahan tanam antar wilayah. Penggunaan bahan tanam sehat, bebas penyakit, dan melalui serangkaian proses sertifikasi oleh instansi berwenang juga berperan penting dalam menghambat penyebaran penyakit

antar wilayah. Selain itu, kebersihan alat-alat pertanian yang digunakan antar wilayah juga perlu dijaga untuk mencegah terbawanya patogen oleh perangkat tersebut.

5.2. Proteksi

Prinsip dasar proteksi adalah menghalangi pertemuan antara patogen dengan tanaman inang atau bagian tanaman yang rentan. Perlakuan benih dengan *hot water treatment* atau dengan fungisida rekomendasi dilaporkan bisa melindungi bibit hingga pertumbuhan sampai umur 6 bulan setelah tanam (Putra et al. 1995; Putra, 1997). Bhuiyan et al. (2012) melaporkan bahwa perlakuan bibit tebu dengan perendaman dalam larutan fungisida dengan bahan aktif azoxystrobin, propiconazole, triadimefon, dan cyproconazole dapat menekan kejadian penyakit luka api selama 6 – 9 bulan tergantung pada musim tanam. Selanjutnya Bhuiyan et al. (2015) melakukan uji lanjut dengan menggunakan fungisida flutriafol, propikonazol, dan triadimefon sebagai perlakuan bibit. Hasilnya adalah fungisida flutriafol lebih efektif dalam menekan kejadian penyakit luka api pada tebu dan mampu melindungi selama 4-6 bulan dibandingkan dengan kedua jenis fungisida lainnya. Disisi lain Paramdeep et al. (2014) melaporkan bahwa perlakuan benih dengan fungisida propikonazol 1% dapat menghambat pertumbuhan tunas tebu sekitar 50% walaupun mampu menekan perkecambahan spora patogen penyakit luka api. Oleh karena itu penggunaan fungisida sebagai perlakuan bibit perlu kajian yang lebih jauh.

Penggunaan fungisida dengan metode penyemprotan terhadap bibit tebu selama penanaman merupakan metode yang lebih aplikatif dibandingkan dengan perlakuan bibit dengan perendaman jika diterapkan dalam skala yang sangat luas (Bhuiyan et al. 2015). Perendaman bibit tebu dalam larutan fungisida tentunya membutuhkan *container* yang sangat besar jika diaplikasikan dalam skala industri yang luas. Selain itu larutan fungisida setelah digunakan dalam jumlah besar dapat menjadi polutan bagi lingkungan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan fungisida mampu menghambat atau mengurangi perkecambahan spora patogen sehingga dapat diaplikasikan dengan metode penyemprotan pada bibit tebu selama penanaman. Bhuiyan et al. (2012) melaporkan bahwa fungisida dengan bahan aktif azoxystrobin, quintozone, dan didecyl dimethyl ammonium chloride mampu menghentikan perkecambahan teliospora dengan dosis 2,5mg/L, sedangkan fungisida dengan bahan aktif propiconazole, triadimefon, cyproconazole, dan acibenzolar-s-methyl dapat mengurangi perkecambahan teliospora dengan dosis minimal 50 mg/l. Paramdeep et al. (2014) melaporkan juga bahwa fungisida dengan bahan aktif methoxy ethyl mercuric chloride, difenoconazole, carboxim, mancozeb, dan propineb dapat menghentikan perkecambahan teliospore dengan dosis 0,2 mg/L. Selanjutnya Bhuiyan et al. (2015) melaporkan bahwa penggunaan fungisida flutriafol dengan metode penyemprotan efektif menekan kejadian penyakit luka api tebu selama 4 – 6 bulan.

Pembersihan gulma diantara pertanaman maupun di sekitar areal pertanaman berguna untuk mencegah perkembangan penyakit pada tanaman inang alternatif. Marchelo-d’Ragga et al. (2015) melaporkan bahwa *S. scitamineum* memiliki tanaman inang yang terbatas. Dari 15 species Poaceae, 3 species Cyperaceae, dan 1 species Typhaceae yang diuji, patogen tersebut hanya menginfeksi tanaman tebu yang telah dibudidayakan. Walaupun gulma tidak berperan penting sebagai inang alternatif, tetapi jika keberadaan gulma di lapang termasuk dalam genus *Saccharum* maka gulma tersebut berpotensi menjadi inang alternatif.

Penggunaan agensia hayati juga dilaporkan dapat mengendalikan pertumbuhan patogen *S. scitameum*. *Trichoderma harzianum* dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan *S. scitamineum* dan menunjukkan aktivitas mikoparasitisme (Paramdeep et al. 2014). Akan tetapi efektivitas penggunaan di lapangan masih perlu dikaji lebih lanjut.

5.3. Eradikasi

Prinsip utama eradikasi adalah memusnahkan patogen setelah patogen tersebut masuk ke dalam suatu wilayah dan sebelum patogen tersebut berkembang atau tersebar secara luas (Maloy, 1993). Metode pengendalian penyakit luka api tebu yang dianjurkan adalah dengan mengganti tanaman rentan (baik terinfeksi ataupun tidak terinfeksi) dengan tanaman yang tahan terhadap penyakit tersebut dan tanaman yang terinfeksi kemudian dimusnahkan. Pada daerah endemik penyakit, perlu dilakukan penggantian ratoon dengan bibit baru yang bebas penyakit karena penyakit bersifat sistemik (Comstock, 1983). Pengamatan dan roguing secara berkala tanaman terinfeksi dan dilanjutkan dengan pemusnahan rumpun tanaman terinfeksi untuk menghilangkan sumber inokulum (Putra et al. 2012). Monitoring secara berkala dapat mendeteksi gejala penyakit sejak awal, sehingga dapat dilakukan pemotongan terhadap struktur cambuk dan dibenamkan didalam tanah. Patogen bersifat obligat parasit sehingga hanya dapat bertahan hidup dalam inangnya dan tidak dapat bertahan di dalam tanah (Sundar et al. 2012).

5.4. Penggunaan Varietas Tahan

Penggunaan varietas tahan merupakan teknologi yang cukup efektif mengendalikan penyakit luka api pada tebu (Comstock, 2000; Putra et al. 2012). Dalam praktiknya, penggunaan varietas tahan ini dapat digunakan sebagai bahan tanam awal atau penggantian rumpun tanaman yang rentan serangan penyakit. Beberapa varietas tebu berdaya hasil tinggi yang tahan atau toleran terhadap penyakit luka api diantaranya adalah PS 79-82, PS 864, PS 891, PS 951, dan PSJT 941. Sejak tahun 2003, penggunaan varietas berdaya hasil tinggi dan tahan penyakit luka api seperti PS 864 dan PSJT 941 secara luas telah menggantikan varietas M 442-51 yang rentan (Putra et al. 2012). Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, telah banyak dilepas varietas unggul tebu dengan daya hasil tinggi dan tahan terhadap penyakit luka api, diantaranya adalah PS 881, PS 882, Tolangohula 1, Tolangohula 2, GMP 3, GMP 4, Cening, Kentung, VMC 76-16, Kidang Kencana, PSDK 923, dan NSI 41 (P3GI, 2018).

Namun demikian, Rott et al. (2013) menyebutkan bahwa penanaman varietas tebu tahan penyakit dapat mempengaruhi populasi patogen atau bahkan populasi ras dari patogen tertentu di suatu tempat. Introduksi gen tahan penyakit akan diikuti oleh munculnya patogen atau ras patogen yang baru atau yang mampu mematahkan ketahanan gen tersebut. Disisi lain Braithwaite et al. (2004) melaporkan bahwa perubahan genetik patogen *S. scitamineum* sangat lambat karena dalam kurun waktu 10 tahun tidak terjadi perubahan keragaman genetik. Bagaimanapun juga fenomena *boom and bust cycle* ini secara alami pasti terjadi. Oleh karena itu pemulia tebu harus terus-menerus mengembangkan program pemuliaan tebu dan menghasilkan varietas-varietas tebu yang tahan penyakit tertentu.

6. Kesimpulan

Penyakit luka api pada tebu tetap menjadi ancaman dalam usaha swasembada gula nasional, terutama untuk pengembangan areal pertanaman tebu di luar pulau Jawa, khususnya di wilayah Sulawesi Tenggara. Penyebaran spora patogen penyakit ini sangat memungkinkan terjadi antar wilayah Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara mengingat spora dapat diterbangkan angin dalam jarak yang sangat jauh (ratusan hingga ribuan kilometer) dan spora dapat bertahan dalam tanah selama 3 bulan atau lebih tergantung pada kondisi lingkungan. Produksi dan distribusi bahan tanam tebu bebas penyakit antar wilayah membutuhkan pengawasan ketat dari institusi yang diberikan otoritas oleh pemerintah untuk mencegah penyebaran penyakit terbawa bibit terinfeksi. Strategi pengendalian penyakit terpadu dengan pendekatan prinsip eksklusi, eradikasi,

proteksi, dan penggunaan varietas tahan merupakan pilihan terbaik untuk mencegah dan menghambat perkembangan penyakit luka api pada pertanaman tebu di Sulawesi Tenggara.

7. Daftar pustaka

- Anonim1. 2017. Statistik Pertanian. Eds: Susanti, A.A dan Waryanto, B. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. p:362.
- Anonim2. 2 Oktober 2017. Mentan: Pabrik Gula di Sulawesi Tenggara Serap 10.000 pekerja. [online]. (<https://economy.okezone.com/read/2017/10/02/320/1787335/mentan-pabrik-gula-di-sulawesi-tenggara-serap-10-000-pekerja>, diakses tanggal 22 Oktober 2018).
- Bhuiyan, S.A., Croft, B.J., James, R.S., dan Cox, M.c. 2012. Laboratory and Field Evaluation of Fungicides for the Management of Sugarcane *Smut* Caused by *Sporisorium scitamineum* in Seedcane. *Australasian Plant Pathology*, 41, pp: 591–599.
- Bhuiyan, S.A., and Croft, B.J. 2015. New Method of Controlling Sugarcane *Smut* Using Flutriafol Fungicide. *Plant Disease*, 99 (10), pp: 1367-1373.
- Braithwaite, K.S., Bakkeren, G., Croft, B.J., and Brumbley, S.M. 2004. Genetic Variation in a Worldwide Collection of the Sugarcane *Smut* Fungus *Ustilago scitaminea*. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.*, 26: 48.
- Comstock, J.C., Ferreira, S.A., Tew, T.L. 1983. Hawaii's Approach to Control of Sugarcane *Smut*. *Plant Disease*, 67, pp: 452–457.
- Comstock, J.C. 2000. *Smut*. In 'A Guide to Sugarcane Diseases'. Eds: P Rott, RA Bailey, JC Comstock, BJ Croft and AS Saumtally. pp. 181–185.
- Croft, B.J. and Braithwaite, K.S. 2006. Management of an Incursion of Sugarcane *Smut* in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 35, pp: 113 – 122.
- Croft, B.J., Magarey, R.C., Allsopp, P.G., Cox, M.C., Wilcox, T.G., Milford, B.J., and Wallis, E.S. 2008. Sugarcane *Smut* in Queensland: Arrival and Emergency Response. *Australasian Plant Pathology*, 37, pp: 26–34.
- Ferreira, S.A., and Comstock, J.C. 1989. *Smut*. Diseases of Sugarcane, Major Diseases. Eds: Ricaud, C., Egan, B.T., Gillaspie Jr, A.G., and Hughes, C.G. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, the Netherlands. pp. 211–229.
- Hoy, J.W., Hollier, C.A., Fontenot, D.B., Grelen, L.B. 1986. Incidence of Sugarcane *Smut* in Louisiana and its Effect on Yield. *Plant Disease*, 70, pp: 59–60.
- Jayanto, G. 2002. Identifikasi Potensi Lahan Untuk Pengembangan Industri Gula Diluar Pulau Jawa. *Buletin Teknik Pertanian*, 7 (1), pp: 14 – 17.
- Kristini, A., Achadian, E.M., Irawan, Putra, L.K., Dianpratiwi, T., Mulyadi, M., dan Murwandono. 2008. An Overview of Sugarcane Diseases in Java: Distribution and Domination of Sugarcane Diseases. *Majalah Penelitian Gula*, 44 (4). pp: 205 – 218.
- Maloy, O.C. 1993. Plant Disease Control: Principles and Practice. John Willey and Sons. New York. 435p.
- Marchelo-d'Ragga, P.W., and Ahmed, A.O. 2015. Epidemiology of *Ustilago scitaminea* (Syd.): I. Collateral Hosts in Central Clay Plains of the Sudan. *International Journal of Agricultural Research and Review*, Vol. 3(6): pp 333-336.
- Mirzawan, P.D.N., Irawan, Lamadji, S. 1996. Problems of Pests and Diseases for Sugarcane and the Resistance Breeding Program in Indonesia. Sugarcane Germplasm Conservation and Exchange. Eds: B.J. Croft, C.M. Piggins, E.S. Wallis, D.M. Hogarth, pp. 36–41.
- Mulyani, A. dan Las, I. 2008. Potensi Sumber Daya Lahan dan Optimalisasi Pengembangan Komoditas Penghasil Bioenergi di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(1). pp: 31 – 41.
- Paramdeep, S., Bipeen, K., Meeta, J.M., and Ritu, R. 2014. Management of Sugarcane *Smut* (*Ustilago scitaminea*) with Fungicide and Bio-agent. *African Journal of Microbiology Research*, 8 (51), pp: 3954 – 3959.

- Putra, L.K. 1995. The Spread of *Smut* Disease Incidence in Indonesia, A Threat of Sugar Industry. Proceeding of ISRI Technical Meeting, 29-30 November 1995, pp:11.
- Putra, L.K. 1997. The Importance of Pay Attention on the Health of Cane Cuttings and Their Provision Efforts. *Gula Indonesia*. 22 (1). pp: 13 – 16.
- Putra, L.K., Irawan, Kristini, A. 2000. Major and Potensial Diseases Reducing Sugar Production in Indonesia. Proceeding of ISRI Technical Meeting. Surabaya, 15-16 November 2000. pp: 23.
- Putra, L.K., dan Damayanti, T.A. 2012. Major Diseases Affecting Sugarcane Production in Indonesia. *Functional Plant Science and Biotechnology* 6. (2). pp: 124 – 129.
- Riley, I.T., Jubb, T.F., Egan, B.T. and Croft, B.J. 1999. First Outbreak of Sugarcane *Smut* in Australia. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, 23(2): 333–336.
- Rott, P.C., Girard, J., and Comstock, J.C. 2013. Impact of Pathogen Genetics on Breeding for Resistance to Sugarcane Diseases. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, Vol. 28, pp: 1 – 10.
- Stoll, M., Piepenbring, M., Begerow, D., and Oberwinkler, F. 2003. Molecular Phylogeny of *Ustilago* and *Sporisorium* Species (*Basidiomycota*, *Ustilaginales*) Based on Internal Transcribed Spacer (ITS) Sequences. *Can. J. Bot.*, 81, pp: 976 – 984.
- Suarni, Y. 2018. Arah Kebijakan Pembangunan Sub Sektor Perkebunan dan Hortikultura di Provinsi Sulawesi Tenggara. [online]. (http://disbunhorti.sultraprov.go.id/index.php/profil/fokus_pembangunan, diakses tanggal 22 Oktober 2018)
- Sundar, A.R., Barnabas, E.L., Malathi, P., and Viswanathan, R. 2012. A Mini-Review on *Smut* Disease of Sugarcane Caused by *Sporisorium scitamineum*. Botany. Ed: Dr. John Mworio. <http://www.intechopen.com/books/botany/-a-mini-review-on-the-status-of-smut-disease-of-sugarcane-caused-by-sporisorium-scitamineum>
- Suparman. 26 Januari 2015. Sultra Siapkan Lima Daerah Pengembangan Tanaman Tebu. [online]. (<https://sultra.antaranews.com/berita/276496/sultra-siapkan-lima-daerah-pengembangan-tanaman-tebu>, diakses tanggal 22 Oktober 2018).
- Trione, E.J. 1980. Teliospore Formation by *Ustilago scitaminea* In Sugarcane. *Phytopathology*, 70, pp:513–516.

Pengelolaan Hama dan Penyakit Terpadu terhadap Konsistensi Tingkat Serangan Hama Penggerek dan Penyakit Luka Api di Kebun HGU PT Perkebunan Nusantara X

Integrated Pest and Disease Management on the Consistency of the Attack Level of Sugarcane Borer and *Smut* at HGU Land in PT Perkebunan Nusantara X

Dita Widi Atmaja

Jengkol Sugar Research Center, Perkebunan Nusantara X, Ltd. Dusun Jengkol, Desa Plosokidul, Kecamatan Plosoklaten, Kabupaten Kediri 64175
Email : Dita.viro@gmail.com

Abstrak. PTPN X menerapkan pengelolaan hama penyakit terpadu di HGU PTPN X dalam pengendalian penggerek dan penyakit luka api. Pengelolaan penggerek dilakukan dengan penggunaan agensia hayati *Trichogramma* sp., *Cotesia flavipes*, dan lalat jatiroto, sedangkan penyakit luka api dilakukan dengan menggunakan varietas tahan di daerah endemik, pembibitan berjenjang dan terencana, perlakuan air panas pada kebun bibit nenek. Penggunaan bibit lolos uji sertifikasi, dan penghilangan sumber inokulum dengan eradikasi tanaman terinfeksi. Penerapan pengendalian hama dan penyakit dilakukan di kebun F13 HGU PG. Pesantren Baru pada tahun 2016 hingga 2018 dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pengelolaan hama dan penyakit terpadu terhadap konsistensi serangan penggerek dan luka api. Monitoring serangan penggerek dihitung dengan membandingkan batang terserang dengan jumlah total batang dalam juring sampel sedangkan luka api dengan membandingkan rumpun terinfeksi dengan jumlah total rumpun. Juring sampel terdiri dari 10 juring yang dipilih secara acak dengan panjang juring 10 meter. Pengamatan selama 3 tahun mulai tahun 2016 hingga 2018 didapatkan persentase serangan penggerek batang dan pucuk secara berurutan; 3,68%, 4,6%, 1,4% dan 1,79%, 1,73%, 1,6% sedangkan infeksi luka api secara beruntun 2,07%, 3,95%, 0,4%. Pengelolaan hama dan penyakit secara terpadu ikut membantu terciptanya keseimbangan ekosistem sehingga kerugian akibat hama dan penyakit konsisten di bawah ambang batas ekonomi.

Keyword : pengelolaan, hama dan penyakit, penggerek tebu, luka api, kebun HGU, PTPN X

Abstract. PTPN X implements integrated pest and disease management in HGU PTPN X to controlling *smut* and sugarcane borer. sugarcane borer controlled by use of *Trichogramma* sp., *Cotesia flavipes*, and Jatiroto flies. *Smut* infection control uses resistant varieties in endemic areas, tiered and planned seedling production, hot water treatment at grandma nursery, the use of certified seeds, and removal of inoculum sources by eradicating infected plants. IPM implementation was conducted in the F13 HGU. Pesantren sugar mills in 2016 until 2018 aimed to determine the effect of integrated control on the consistency of *smut* infection and sugarcane borer. Calculation of borer attacks by comparing affected plants with the total number of plants in juring samples, calculating *smut* infection by comparing infected clumps with the total number of clumps. Samples consisted of 10 rows (@ 10 meter) randomly selected. The observation results for 3 years from 2016 to 2018 found the stem borer attacks were 3.68%, 4.6%, 1.4% and shoots of 1.79%, 1.73%, 1.6%. *Smut* infections from 2016 to 2018 are 2.07%, 3.95%, 0.4%. Integrated pest and disease control helps to

create an ecosystem balance so that losses due to pests and diseases are consistently below the economic threshold.

Keywords : management, pest and disease, sugarcane borer, *smut*, HGU land, PTPN X

1. Pendahuluan

PT Perkebunan Nusantara X menerapkan pengelolaan hama penyakit terpadu di HGU PTPN X dalam pengendalian penggerek dan penyakit luka api. Hal ini dimaksudkan sebagai penerapan pertanian berkelanjutan di kebun PTPN X. Sistem pertanian berkelanjutan didefinisikan sebagai suatu sistem pertanian yang memanfaatkan sumberdaya yang dapat diperbarui (*renewable resources*) dan sumberdaya yang tidak dapat diperbarui (*unrenewable resources*) dalam rangkaian proses produksi pertanian dengan menekan dampak negatif terhadap lingkungan seminimal mungkin. Keberlanjutan yang dimaksud, meliputi penggunaan sumberdaya, kualitas dan kuantitas produksi, serta lingkungannya. Proses produksi pertanian yang berkelanjutan akan lebih mengarah pada penggunaan produk hayati yang ramah terhadap lingkungan (Kasumbogo, 1996).

Konsep pengelolaan hayati muncul dan berkembang sebagai koreksi terhadap kebijakan pengelolaan hama secara konvensional, yang sangat utama dalam menggunakan pestisida. Pertanian konvensional dengan penggunaan pestisida oleh petani yang tidak tepat dan berlebihan dapat meningkatkan biaya produksi dan mengakibatkan dampak samping yang merugikan terhadap lingkungan dan kesehatan petani itu sendiri maupun masyarakat secara luas. Akhir-akhir ini disadari bahwa pemakaian pestisida, khususnya pestisida sintetis memiliki efek negatif yang menimbulkan berbagai kerugian. Kerugian berupa timbulnya dampak buruk penggunaan pestisida, dapat dikelompokkan atas 3 bagian: (1). Pestisida berpengaruh negatif terhadap kesehatan manusia, (2). Pestisida berpengaruh buruk terhadap kualitas lingkungan, dan (3). Pestisida meningkatkan perkembangan populasi jasad pengganggu tanaman.

Menurut Jumar (2000), pengelolaan hayati memiliki keuntungan yaitu : (1). aman, artinya tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan keracunan pada manusia dan ternak, (2). tidak menyebabkan resistensi hama, (3). musuh alami bekerja secara selektif terhadap inangnya atau mangsanya, dan (4). bersifat permanen untuk jangka waktu panjang lebih murah, apabila keadaan lingkungan telah stabil atau telah terjadi keseimbangan antara hama dan musuh alaminya.

Penyakit merupakan satu hal yang tidak dapat dipisahkan dalam usaha budi daya tanaman di persemaian. Penyakit pada tanaman didefinisikan sebagai penyimpangan dari sifat normal yang menyebabkan tanaman tidak dapat melakukan kegiatan fisiologisnya secara normal dengan sebaik-baiknya (Semangun, 2001).

Infeksi penyakit pada tanaman terjadi melalui beberapa proses, Anggraeni (2007) menyatakan bahwa tahap awal rangkaian proses terjadinya penyakit adalah kontak agen patogenik dengan inang yang rentan, diikuti oleh infeksi ke dalam jaringan inang, kemudian perkembangan interaksi antara patogen dan inang yang rentan dan pada akhirnya akan timbul penyakit.

Penyakit tanaman merupakan hasil interaksi antara patogen, inang, dan lingkungannya yang dikenal dengan istilah segitiga penyakit (*disease triangle*). Pada kondisi alamiah telah terjadi keseimbangan antara komponen-komponen tersebut sehingga tidak terjadi ledakan (*outbreak*) penyakit. Sebaliknya pada tumbuhan yang diusahakan menjadi tanaman budi daya, campur tangan manusia melalui teknologi (pemilihan varietas, pemupukan, kultur teknis lain) sering mengakibatkan gangguan keseimbangan alam dan menimbulkan ledakan hama/penyakit yang cukup serius. Komponen keempat yaitu manusia berinteraksi dengan tiga komponen penyakit tersebut yang dikenal dengan istilah segiempat penyakit (*disease square*).

2. Penerapan Pengelolaan Hama

Penerapan pengelolaan hama terpadu telah dilakukan di kebun F13 HGU PG. Pesantren Baru pada tahun 2016 hingga 2018 dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pengelolaan hama dan penyakit terpadu terhadap konsistensi serangan penggerek dan luka api. Monitoring serangan penggerek dihitung dengan membandingkan batang terserang penggerek dengan jumlah total batang dalam juring sampel sedangkan luka api dengan membandingkan rumpun terinfeksi dengan jumlah total rumpun. Juring sampel terdiri dari 10 juring yang dipilih secara acak dengan panjang tiap juring 10 meter.

Pengelolaan hama penggerek tebu di kebun HGU PTPN X dilakukan dengan sistem pengendalian hayati. Menurut Anonim (2002), pengelolaan hayati adalah pengelolaan serangga hama dengan cara biologi, yaitu dengan memanfaatkan musuh-musuh alamnya (agen pengendali biologi), seperti predator, parasit dan patogen. Pengelolaan hayati di PTPN X diwujudkan dengan penggunaan agensia hayati *Trichogramma* sp., *Cotesia flavipes* dan lalat jatiroto. *Trichogramma* sp. digunakan sebagai parasit telur penggerek. *Trichogramma chilonis* sebagai parasit telur penggerek batang dan *Trichogramma japonicum* sebagai parasit telur penggerek pucuk. *Cotesia flavipes* dan lalat jatiroto digunakan sebagai parasitoid larva penggerek. *Cotesia flavipes* digunakan sebagai parasitoid pada larva *Chilo sacchariphagus* sedangkan lalat jatiroto untuk *chilo auricilius* walaupun di lapangan sering ditemukan ulat *Chilo sacchariphagus* terparasit lalat jatiroto. Sedangkan dalam pengelolaan penyakit luka api, kegiatan pengelolaan dilakukan dengan memperhatikan faktor interaksi patogen, inang, manusia dan lingkungan yang dikenal dengan segiempat penyakit. Hal ini diwujudkan dengan menggunakan varietas tahan di daerah endemik, pembibitan berjenjang dan terencana, perlakuan air panas pada kebun bibit nenek. Penggunaan bibit lolos uji sertifikasi, dan penghilangan sumber inokulum dengan eradikasi tanaman terinfeksi. Penggunaan varietas tahan di daerah endemik bertujuan menghambat pertumbuhan penyakit luka api sehingga laju perkembangan penyakit akan terhambat. Pembibitan berjenjang dan terencana bertujuan menyediakan bibit dengan varietas dan umur sesuai kebutuhan tanam sehingga varietas tahan luka api dapat tersedia. Perlakuan air panas pada kebun bibit nenek, penggunaan bibit bersertifikat dan eradikasi tanaman terinfeksi luka api terutama pada kebun bibit sebagai usaha penghilangan sumber inokulum yang bertujuan mengurangi jumlah patogen, jumlah patogen terutama pada bibit tingkat tinggi sangat mempengaruhi jumlah patogen yang berada pada kebun bibit tingkat bawah dan tebu giling. Patogen merupakan salah satu bagian dari segiempat penyakit, dengan meminimalisir jumlah patogen diharapkan laju pertumbuhan penyakit luka api akan terhambat.

Keberhasilan Pengelolaan hama penggerek dan penyakit luka api di HGU PTPN X dapat dilihat dari konsistensi tingkat serangan hama penggerek dan penyakit luka api dari tahun 2016 hingga 2018 pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Persentase serangan hama penggerek dan penyakit luka api di kebun F13 kurun waktu 2016-2018

Kebun	Tahun Pengamatan	Bulan Tanam	Varietas	Penggerek Pucuk	Penggerek Batang	Luka api
F13	2016	5B	Bululawang	1,79	3,68	2,07
F13	2017	5A	Bululawang	1,73	4,6	3,95
F13	2018	5B	PS 882	1,6	1,4	0,4

Menurut Untung (2006). Prinsip pengaturan populasi organisme oleh mekanisme saling berkaitan antar anggota suatu komunitas pada jenjang tertentu juga terjadi di dalam agroekosistem yang dirancang manusia. Musuh alami sebagai bagian dari agroekosistem memiliki peranan menentukan dalam pengaturan dan pengelolaan populasi hama. Sebagai faktor yang bekerjanya tergantung dari kepadatan yang tidak lengkap (*imperfectly density dependent*) dalam kisaran tertentu, populasi musuh alami dapat mempertahankan populasi musuh alami tetap berada di

sekitar batas keseimbangan dan mekanisme umpan balik negatif. Populasi hama dapat meningkat menjauhi kisaran keseimbangan akibat bekerjanya faktor yang bebas kepadatan populasi seperti cuaca dan akibat tindakan manusia dalam mengelola lingkungan pertanian (Untung, 2001).

Di lapangan, PTPN X terus berupaya mewujudkan pertanian berkelanjutan dengan mengurangi pemakaian bahan kimia sintetik seperti ZPK dan herbisida, kebun HGU PTPN X sudah tidak menggunakan ZPK sebagai usaha menjaga keseimbangan ekosistem, tetapi penggunaan herbisida masih dilakukan. Faktor cuaca juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah agen pengendali hayati, untuk menjaga jumlah agen hayati maka terus dilakukan pelepasan agen hayati kelapangan dan monitoring tingkat serangan. Cara ini dirasakan berhasil karena tingkat serangan penggerek selama 3 tahun tetap di bawah ambang batas ekonomi.

Infeksi penyakit luka api terlihat pada pengamatan di kebun F13 pada tahun 2016 dengan persentase infeksi 2,07%, naik menjadi 3,09% pada pengamatan tahun 2017. Kenaikan ini didukung kondisi lingkungan dan varietas yang mendukung pertumbuhan penyakit luka api. Diketahui bahwa infeksi penyakit pada tanaman melalui beberapa proses, Anggraeni (2007) menyatakan bahwa tahap awal rangkaian proses terjadinya penyakit adalah kontak agen patogenik dengan inang yang rentan, diikuti oleh infeksi ke dalam jaringan inang, kemudian perkembangan interaksi antara patogen dan inang yang rentan dan pada akhirnya akan timbul penyakit. Kebun F14 yang merupakan lahan tegal dengan pengairan dari air hujan mendukung pertumbuhan penyakit luka api. Studi oleh Hoy (1993) menunjukkan bahwa umur panjang teliospora terbatas pada 7-9 minggu di tanah yang tidak steril dengan tingkat kelembapan mulai dari 7 hingga 33%, tetapi spora bertahan hanya 4 minggu dalam kontak dengan tanah jenuh. Di India, umur panjang teliospora yang terkubur di lapangan dibatasi hingga 3 minggu dalam kondisi basah, sedangkan spora yang viabel dapat dideteksi setelah 31 minggu dalam kondisi kering (Fawcett, 1942). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa lahan kering lebih disukai penyakit luka api daripada dengan kelembapan tinggi.

Varietas yang ditanam di kebun F13 adalah varietas Bululawang, varietas Bululawang merupakan varietas yang rentan luka api. Berdasarkan monitoring luka api PTPN X pada tahun 2017 (Dita, 2017) infeksi *smut* tertinggi ditunjukkan oleh varietas Bululawang (12,55%), pada pengamatan umur 10 bulan. Varietas Bululawang memiliki tingkat infeksi *smut* tertinggi dibandingkan dengan PS 862, PS 882 dan PS 881. Varietas Bululawang, PS 881, PS 882 dan PS 862 adalah varietas mayor di HGU Pabrik Gula Pesantren Baru. Varietas Bululawang merupakan varietas masak lambat, untuk menggantikan varietas Bululawang yang rentan luka api digunakan varietas PS 882 terutama di lahan dengan tingkat infeksi luka api tinggi. Setelah digunakan varietas PS 882 di kebun F13 pada 2018, tingkat infeksi luka api pada umur tebu 4 bulan tingkat serangan menurun jadi 0,4% diharapkan infeksi luka api terus menurun.

3. Kesimpulan

Hasil pengamatan selama 3 tahun mulai tahun 2016 hingga 2018 didapatkan persentase serangan penggerek batang dan pucuk secara berurutan; 3,68%, 4,6%, 1,4% dan 1,79%, 1,73%, 1,6% sedangkan infeksi luka api secara berurutan 2,07%, 3,95%, 0,4%. Pengelolaan hama dan penyakit secara terpadu ikut membantu terciptanya keseimbangan ekosistem sehingga kerugian akibat hama dan penyakit konsisten dibawah ambang batas ekonomi.

4. Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada BOD PTPN X dan rekan – rekan puslit gula jengkol PTPN X yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga dapat terlaksana penelitian ini.

5. Daftar Pustaka

- Anggraeni, I. 2007. Diagnosis Penyakit Bercak Daun pada Jati (*Tectona grandis* Lf). Prosiding Sintesa Hasil Litbang Hutan Tanaman. 217-223.
- Anonim, 2002. Model Budidaya Tanaman Sehat (Budidaya Tanaman Sayuran Secara Sehat Melalui Penerapan PHT). Dirjen Perlindungan Tanaman. Jakarta.
- Jumar. 2000. Entomologi Pertanian. Rineka Cipta. Jakarta
- Kasumbogo, Untung. (1996). Pertanian Organik Sebagai Alternatif Teknologi dalam Pembangunan Pertanian. Diskusi Panel Tentang Pertanian Organik. DPD HKTI Jawa Barat, Lembang.
- Kasumbogo, Untung. 2001. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2001. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Alat dan Mesin dalam Budi Daya Tebu Sistem *Bud Chip*

Agricultural Equipment and Machinery in Bud Chip Cultivation System

Gatot Suharto Abdul Fatah dan Supriyadi

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

Jl. Raya Karangploso Km. 4. Malang 65152

Abstrak. Pembenuhan pada tanaman tebu adalah salah satu tahapan yang paling penting dalam budi daya tebu. Penggunaan benih tebu berkualitas diharapkan dapat diperoleh tanaman tebu yang banyak anakan, seragam pertumbuhan dan pemasakannya. Benih tebu yang berkualitas antara lain berupa *bud chip* atau *single bud planting* atau yang lebih dikenal dengan benih tebu satu mata tunas. Tujuan dari penulisan ini adalah memberikan informasi alat dan mesin pertanian yang dapat digunakan dalam budi daya tebu sistem *bud chip*. Untuk memperoleh tebu *bud chip* dan penanamannya diperlukan seperangkat alat, yang terdiri dari alat sebelum tanam dan alat setelah tanam. Alat untuk pembenuhan tebu sebelum tanam antara lain berupa: (1) alat pemotong mata tunas tebu (*bud chipper*) dan (2) tangki pemanas benih tebu (*hot water treatment tank*). Sedangkan alat untuk di lapang meliputi, (1) traktor untuk pengolahan lahan dan penyiangan; *sprayer* yang dapat dipergunakan untuk pengendalian gulma; serta (3) alat pemanen. Penggunaan alat dan mesin pertanian pada pembenuhan tebu, merupakan salah satu solusi dari permasalahan kelangkaan tenaga kerja di sektor pertanian. Dengan menggunakan alat dan mesin yang sesuai, maka penanganan pada pembenuhan dan pemeliharaan tanaman tebu dapat lebih tepat waktu.

Kata kunci : alat dan mesin pertanian, efisiensi waktu, rendemen tebu

Abstract. Seeding in sugarcane is one of the most important stages in the cultivation of sugarcane. The use of quality seed cane is expected to obtain a lot of sugar cane saplings, uniform growth and ripening. Seed quality sugarcane, among others in the form of a chip or a single bud planting or better known as seed cane the buds. The purpose of this paper is to provide information tools and farm machinery that can be used in the cultivation of sugarcane *bud chip* system. To obtain a chip and planting sugarcane bud necessary set of tools, consisting of tools before planting and after planting tool. Tools for seeding cane before planting such as: (1) cutlery cane buds (*bud chipper*) and (2) heating tank seed cane (*hot water treatment tank*). While in the field the tools to include, (1) tractor for land preparation and weeding, (2) sprayer that can be used to control weeds, and (3) harvester. The use of tools and agricultural machinery seeding cane, is one solution to the problem of the scarcity of labor in the agricultural sector. By using the appropriate tools and machines, the handling of the seeding and maintenance of cane needs to be more timely.

Keywords: agricultural equipment and machinery, time efficiency, the yield of sugarcane

1. Pendahuluan

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman perkebunan yang termasuk dalam program swasembada. Pengembangannya perlu dipacu dengan memberikan beberapa masukan teknologi, terutama alat dan mesin pertanian. Sebagian besar tanaman tebu di Indonesia adalah tanaman tebu petani atau tebu rakyat. Luas pertanaman tebu pada tanaman tebu rakyat sebesar 252.166 hektar (56%) sedangkan 198.131 hektar (44%) tebu swasta (BPS 2014).

Pembenihan pada tanaman tebu adalah tahapan yang paling penting pada pertanaman tebu. Penggunaan benih tebu yang baik akan diperoleh tanaman tebu yang banyak anaknya, pertumbuhan serta pemasakannya serempak (Budiarto 2013). Benih tebu yang dimaksud adalah benih tebu *bud chips* yang lebih dikenal dengan benih tebu satu mata tunas, merupakan teknologi yang digunakan untuk memperoleh benih tebu yang baik. Alat dan mesin yang digunakan pada pembenihan tanaman tebu dapat mempermudah dalam hal perbanyakan benih tebu, disamping itu mampu mengurangi serangan hama dan penyakit, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas dan rendemen. Kelebihan lain dari penggunaan alat dan mesin pertanian adalah adanya efisiensi waktu, tenaga dan biaya.

Kelangkaan tenaga kerja di sektor pertanian menyebabkan kesulitan mendapatkan tenaga kerja yang tepat waktu, oleh karena itu mekanisasi adalah solusinya (Sains Indonesia 2014). Untuk menanggulangi permasalahan kelangkaan tenaga kerja serta mencapai target pertanaman tebu, mekanisasi sudah merupakan suatu keharusan. Pada pembenihan tanaman tebu juga diperlukan ketepatan waktu, agar benih tebu yang dihasilkan berkualitas. Penggunaan alat dan mesin pertanian yang sesuai diharapkan dapat memberikan solusi untuk pembenihan tanaman tebu yang berkualitas, yang pada akhirnya akan memberikan keuntungan (Pramuhadi, 2013).

Beberapa alat dan mesin yang digunakan, ditujukan untuk meningkatkan efisiensi pemotongan mata tunas pada batang tebu, serta penggunaan alat pemanas benih agar benih terhindar dari serangan hama dan penyakit, sebelum benih ditanam. Sedangkan alsin pertanian pada tanaman tebu setelah benih ditanam di lapang antara lain, traktor tangan untuk pengolahan tanah dan penyiangan, *sprayer* untuk pengendalian hama dan penyakit serta mesin untuk memanen tebu, berupa traktor empat roda yang dilengkapi implemen pemanen tebu.

Tulisan ini memberikan informasi dan perspektif pada pembaca dari aspek penggunaan alsin dalam budi daya tebu dengan sistem *bud chip* baik sebelum maupun sesudah ditanam di lapang.

2. Alat Pemotong Mata Tunas pada Batang Tebu (*Bud Chipper*)

Teknologi tebu *bud chip* merupakan teknologi yang berhasil mendapatkan benih tebu yang terbaik dan telah diterapkan di beberapa pabrik gula (Budiarto 2013). Benih tebu *bud chip* mempunyai keunggulan setelah dipindahkan ke lapang, benih tersebut mampu membentuk anakan berkisar 10-20. Anakannya akan tumbuh sempurna sampai panen 8-10 batang per rumpun sedangkan benih bagal hanya membentuk 1-4 anakan (Prasetyo 2013).

Menurut Julianto (2015a) benih tebu *bud chip* dalam pembentukan anakan lebih serempak pada umur antara 1-3 bulan. Hal demikian dimungkinkan karena benih tebu *bud chip* mengalami keterbatasan ketersediaan cadangan makanan pada saat di persemaian. Oleh karena itu pada saat dipindahkan di lapang, cadangan makanan cukup tersedia sehingga benih dapat tumbuh dengan anakan yang relatif lebih banyak. Berbeda dengan tebu bagal, dari awal ditanam di lapang, cadangan makanannya tidak mengalami keterbatasan seperti benih tebu *bud chip*, sehingga tidak pernah mengalami kekurangan cadangan makanan, hal demikian menjadikan pertumbuhan anakan benih relatif tetap (Rokhman et al. 2014). Jumlah anakan tebu pada beberapa varietas dapat dilihat pada Tabel 1.

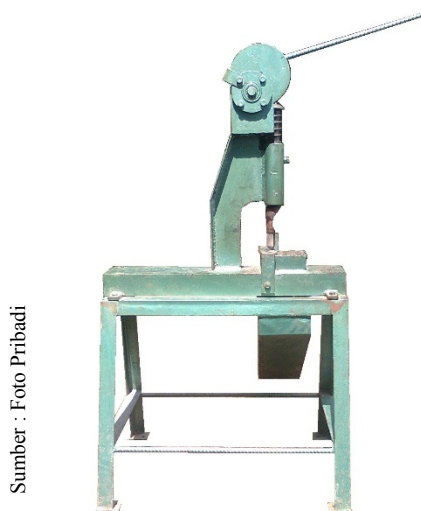
Tabel 1. Jumlah anakan tebu pada beberapa varietas.

Varietas	Asal Bibit			Rerata
	Bagal	Mata Ruas Tunggal	Mata Tunas Tunggal	
Bululawang	7,25	6,25	8,25	7,25 a
PS 864	3,25	4,50	6,25	4,67 c
PSJT 941	6,50	4,25	7,00	5,92 abc
VMC	5,00	5,00	5,75	5,25 bc
PS 881	6,50	5,25	6,75	6,17 ab
Kidang Kencana	3,50	6,00	6,50	5,33 bc
Rerata	5,33 b	5,21 b	6,75 a	-

Sumber: Rokhman et al. 2014

Keterangan : Angka pada baris atau kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%; Tanda (-) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara kedua faktor.

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) telah menghasilkan alat pemotong mata tunas tebu (*bud chipper*). Alat tersebut mampu memotong mata tunas tebu dengan kapasitas 500-600 mata tunas/jam (Purlani et al. 2014). Kelebihan lain dari alat ini adalah hasil pemotongan lebih halus dan sempurna, berbeda dengan alat yang mata pisaunya menggunakan bor tangan, hasil pemotongan mata tunas masih tersisa beberapa serat yang belum terpotong. Alat *bud chipper* tipe Balittas lebih praktis dalam penggunaan, tidak memerlukan tenaga listrik pada saat pengoperasiannya (Gambar 1). Mekanisme kerja alat ini cukup sederhana, hanya dengan meletakkan mata tunas batang tebu, tepat dibawah pisau pemotong, kemudian tuas penekan didorong ke bawah, maka mata tunas tebu telah terpotong. Dengan kapasitas mencapai 3500-4000 mata tunas/hari, maka dalam satu bulan mampu mencapai 100.000 mata tunas, yang dapat ditanam pada luasan 6 – 8 hektar (kebutuhan benih 12.000 – 15.000/ha).



Sumber : Foto Pribadi

Gambar 2. Alat *bud chipper*.

3. Tangki Pemanas Benih Tebu (*Hot Water Treatment Tank*)

Tahapan setelah mata tunas tebu terpotong adalah direndam air hangat dengan suhu berkisar 49 – 51°C selama 15 – 30 menit (Winarsih & Sugiyarta 2009). Menurut Damayanti et al. (2010) perendaman benih tebu dilakukan agar terhindar dari serangan *sugarcane streak mosaik virus* (SCSMV). Sedangkan menurut Haryuni (2012) dengan melakukan perendaman benih tebu *bud chip* pada *hot water treatment tank* (HWT) dapat meningkatkan pertumbuhan awal benih tebu. Selain itu perendaman tersebut juga dapat meningkatkan kadar protein dan prolin serta menurunkan kadar glukosa pada bagian jaringan tanaman sehingga meningkatkan ketahanan terhadap serangan *ratoon stunting disease* (RSD) pada pertumbuhan awal benih tebu sebelum ditanam di lapang (Haryuni 2015). Alat yang digunakan untuk merendam benih tebu adalah alat pemanas benih tebu tipe Balitbangtan-1 atau *hot water treatment* (HWT) tipe Balitbangtan-1 (Fatah & Sunarno 2014). Alat ini digunakan dikarenakan adanya putaran air hangat di dalam drum saat bibit direndam, sehingga pemanasan benih lebih merata (Artati & Fadilah 2007).

Benih tebu yang berasal dari batang atas direndam pada alat HWT selama 15 menit dengan suhu 49–51°C, sedangkan benih yang berasal dari batang tengah direndam selama 30 menit (Afifuddin et al. 2014). Perendaman tidak direkomendasikan lebih dari 30 menit dengan suhu lebih dari 51°C, karena dapat mengakibatkan daya tumbuh rendah, bahkan menyebabkan benih tersebut tidak dapat tumbuh. Setelah dilakukan perlakuan perendaman dengan HWT, dilanjutkan dengan perendaman pada air dingin yang telah diberi kapur selama 18-24 jam. Alat HWT dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Tangki pemanas benih tebu (HWT)

Kapasitas perendaman alat HWT berkisar 1.000-1.500 mata tunas tiap sekali proses. Jumlah mata tunas tersebut dapat tercapai apabila terdapat tiga buah alat *bud chipper* yang digunakan secara bersamaan. Dalam satu hari operasi alat HWT mampu merendam mata tunas tebu berkisar 7.000-10.000, oleh karena itu dalam satu bulan mampu merendam berkisar 175.000- 250.000 mata tunas yang dapat ditanam untuk lahan tebu dengan luasan berkisar 12–20 hektar. Dari hasil perhitungan tersebut, kelompok tani tebu dengan luasan sampai 20 hektar dapat memiliki tiga unit alat *bud chipper* dan satu unit alat HWT.

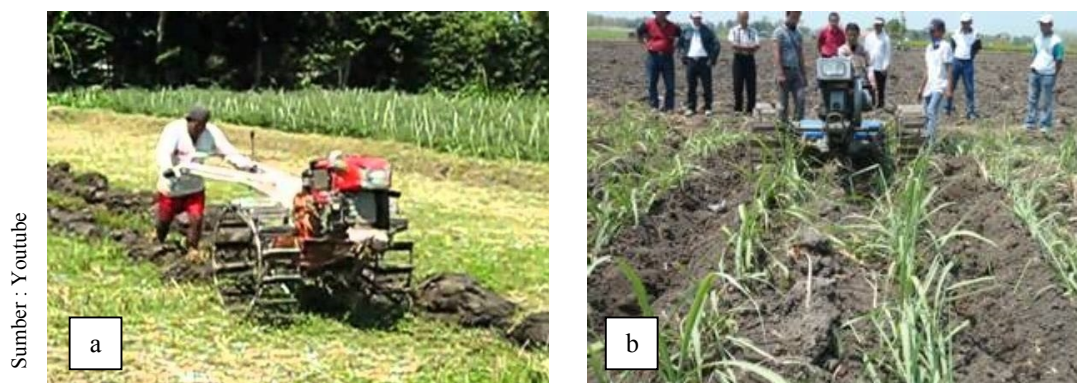
4. Mesin Pengolahan Tanah dan Penyiangan

Pengolahan tanah adalah proses dimana tanah digemburkan dengan menggunakan implemen bajak maupun garu yang ditarik dengan traktor. Pengolahan tanah dilakukan dengan tujuan agar tanah tersebut siap untuk ditanami tanaman tebu. Pada tanah yang sebelumnya ditanam tebu, untuk pertanaman tebu berikutnya dilakukan kegiatan bongkar ratun. Baik pada

tanah yang sebelumnya tebu maupun bukan tebu, maka pembersihan tunggul, bonggol dan bekas-bekas tanaman sebelumnya sangat diperlukan (Meyer 2006).

Tujuan lain pengolahan tanah adalah untuk menciptakan kondisi yang paling sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Dengan melakukan pengolahan tanah maka tanaman dapat tumbuh dengan baik, karena akar tanaman akan lebih mudah untuk menembus tanah dan mencari sari makanan yang berada di dalam tanah. Selain itu pengolahan tanah dilakukan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik, dengan hasil panen yang baik pula (Habiby et al. 2013). Menurut Lubis et al. (2015) pengolahan tanah yang baik akan memberikan respon yang baik pula pada pertumbuhan tanaman tebu, terutama pada tinggi tanaman, diameter batang, jumlah ruas dan jumlah batang. Kegiatan pengolahan tanah tersebut tidak boleh sampai terlambat, apabila terjadi keterlambatan akan berakibat pada keterlambatan pada kegiatan selanjutnya. Oleh karena itu pengolahan tanah menggunakan traktor merupakan kegiatan yang dianjurkan.

Alat dan mesin skala kecil yang dipergunakan untuk pengolahan tanah maupun penyiangan adalah traktor tangan dengan kapasitas 15 jam/ha (Wirasantika et al. 2015). Pada kegiatan pengolahan tanah tidak dimungkinkan untuk dilakukan secara manual, karena akan menyerap banyak tenaga kerja berkisar 30-40 hari orang kerja per hektar atau HOK/ha (Julianto 2015b), hal demikian menyebabkan terjadinya keterlambatan pelaksanaan pengolahan tanah maupun penyiangannya. Adapun para petani yang tidak bekerja sama dengan pabrik gula, menggunakan traktor tangan untuk mengolah tanah maupun menyiang tanaman (Daryanto 2012). Traktor tangan yang dipergunakan untuk mengolah tanah maupun penyiangan dapat dilihat pada Gambar 3.



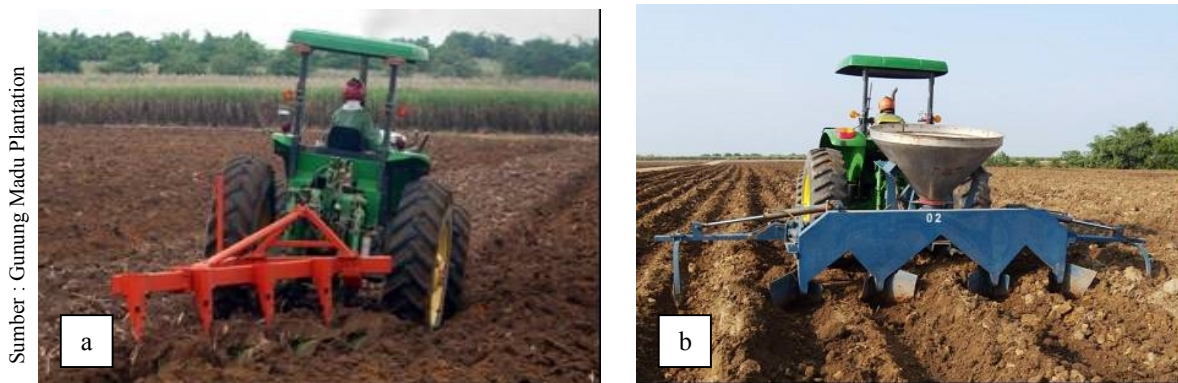
Gambar 4. Pengolahan tanah (a) dan penyiangan (b) menggunakan traktor tangan

Alat dan mesin skala besar dipergunakan oleh perusahaan perseroan terbatas (PT) atau para petani tebu yang ikut dalam kelompok binaan pabrik gula (PG). Alat dan mesin pertanian yang digunakan, sesuai dengan kesepakatan yang dilakukan dengan pihak pabrik gula. Traktor yang dipergunakan untuk mengolah tanah adalah traktor besar dengan kapasitas lebih dari 100 HP (*horse power*) atau daya kuda (GMP 2009).

Menurut Ismail (2009) pengolahan tanah dibedakan atas pengolahan tanah primer dan sekunder. Pengolahan tanah primer dapat menyerap 50% dari daya untuk operasi budi daya dan panen. Alat untuk pengolahan tanah dapat berupa bajak *chisel*, singkal, piring, dan *rotary*. Hasil penelitian Ashraf et al. (2005) menunjukkan pengolahan tanah dengan *chisel* satu kali dan garu piring dua kali menghasilkan produktivitas tebu lebih tinggi dibanding bajak *chisel* sekali dengan dua kali *cultivator*, bajak piring sekali dengan dua kali *cultivator* dan dengan *cultivator* lima kali.

Pengolahan tanah yang optimal akan menghasilkan mutu olah tanah yang memadai untuk pertumbuhan tebu, tidak hanya untuk pertumbuhan tanaman pertama PC (*Plant Cane*), tapi hingga pertumbuhan ratunnya. Struktur tanah akan dibangun seiring dengan perkembangan akar

yang terjadi pada saat tanaman PC dan bermanfaat untuk mendukung pertumbuhan tebu ratunnya (Indrawanto et al. 2010). Jika struktur tanah sudah terbentuk, maka suatu saat tanah tersebut layak diolah minimum. Struktur tanah yang baik dan mantap memerlukan kandungan bahan organik yang cukup. Pengolahan tanah serta pembuat alur tanam dan pemupukan menggunakan traktor besar dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Pengolahan tanah (a) dan pembuat alur tanam dan pemupukan (b)

Setelah dilakukan pengolahan tanah, dilanjutkan dengan pembuatan alur tanam dan pemupukan menggunakan traktor besar yang digunakan pada lahan yang luas (GMP 2009). Traktor yang digunakan dilengkapi dengan implemen pembuat alur tanah dan pemupukan yang diletakkan pada bagian belakang. Kapasitas traktor tangan untuk mengolah tanah berkisar 15 jam/ha, sehingga diperlukan empat unit traktor tangan untuk lahan seluas 20 ha selama 5 hari. Sedangkan kapasitas traktor besar untuk mengolah tanah maupun memupuk untuk berkisar satu jam/ha (GMP 2009), untuk kelompok tani dengan luas 20 ha, cukup menyewa traktor besar satu buah selama tiga hari dengan implemen bajak piring untuk pengolahan tanah (Hanif et al. 2015).

5. Mesin Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman dilakukan setelah tanaman tebu ditanam di lahan. Adapun kegiatan pemeliharaan meliputi pemupukan tanaman serta pengendalian gulma. Pemeliharaan tanaman menggunakan alat pengendali gulma atau kultivasi bertujuan menyiapkan kondisi tanah agar memungkinkan terjadinya perkembangan akar yang baik dan mendukung pertumbuhan tanaman (GMP 2009). Periode pemeliharaan tanaman tebu dilakukan sebelum tanaman berumur 3-4 bulan. Pemeliharaan pertama yang dilakukan adalah pemupukan, pada tanaman *plant cane* (PC) pada umur 2,5 bulan. Pemupukan dilakukan dengan menggunakan traktor empat roda yang dilengkapi dengan implemen alat penampung pupuk yang terletak di bagian belakang traktor yang dapat menebarkan pupuk sesuai dengan jumlah yang telah ditentukan.

Pembumbunan tanaman tebu dilakukan pada umur 3 bulan setelah dilakukan pemupukan dengan menggunakan implemen yang dipadukan dengan alat penggembur tanah berupa bajak piring yang dapat membumbun diantara baris tanaman tebu. Hal demikian dilakukan untuk membersihkan rumput-rumputan, membalik guludan dan menghancurkan tanah kemudian menimbunkan tanah ke tanaman sehingga tanaman tebu tidak mudah roboh.

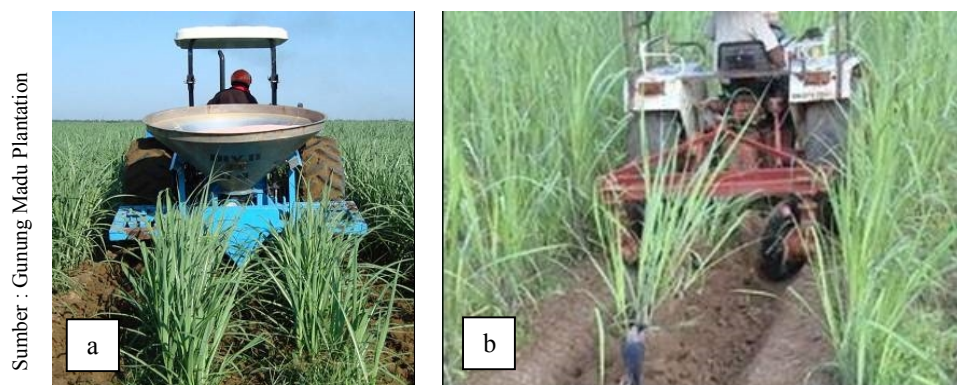
Tenaga kerja yang dibutuhkan pada saat pemeliharaan tanaman cukup banyak, untuk pemupukan memerlukan tenaga kerja 10 HOK/ha (Gunawan 2012). Apalagi banyak tenaga kerja tani yang beralih profesi ke sektor lainnya, keberadaan tenaga kerja untuk pemeliharaan tebu juga semakin

berkurang, disamping itu ongkos tenaga kerja semakin mahal karena tenaga kerja semakin langka (Sains Indonesia, 2014).

Hal demikian juga terjadi di negara lain seperti Sri Lanka, dimana terjadi juga kelangkaan tenaga kerja akibat beralih ke sektor industri sehingga mekanisasi pertanian pada tanaman tebu menjadi penting (Dharmawardene 2006). Oleh karena itu diperlukan mekanisasi pertanian yang mampu menggantikan tenaga kerja pada usahatani tanaman tebu yang semakin langka tersebut. Untuk pengendalian gulma secara manual, tenaga kerja yang dibutuhkan berkisar 60-80 HOK/ha (Cloutier et al. 2007; Singh & Bhosale 2014). Dengan semakin langkanya tenaga kerja maka pengendalian gulma secara manual sulit untuk dilaksanakan, sehingga penggunaan mesin pengendali gulma mutlak diperlukan. Adapun pemupukan serta pengendalian gulma secara manual dapat dilihat pada Gambar 5. Sedangkan pemupukan dan pembumbunan menggunakan traktor pada Gambar 6.



Gambar 6. Pemupukan (a) serta pengendalian gulma (b) secara manual



Gambar 7. Pemupukan (A) dan pembumbunan (B) menggunakan traktor

6. Mesin Pemanen Tebu

Pada saat panen tebu, tenaga kerja yang diperlukan untuk panen cukup banyak, apabila waktunya bersamaan maka akan terjadi kesulitan, padahal panen harus segera dilakukan. Menurut Sains Indonesia (2014) kelangkaan tenaga kerja sudah terjadi di beberapa daerah, untuk memanen tebu dengan luasan satu hektar dibutuhkan tenaga kerja berkisar 10-14 orang. Apabila di suatu daerah terjadi kelangkaan, maka disiasati dengan mengambil tenaga kerja dari daerah. Namun apabila panen tebu pada saat yang bersamaan, maka diperlukan solusi yang tepat untuk memanen tebu, yaitu dengan menggunakan mesin pemanen tebu. Menurut Kurniawati dan Yamin (2013) serta

Handaka & Pitoyo (2007), mesin pemanen dapat meringankan pekerjaan panen dan meningkatkan produktivitas. Mesin tersebut juga harus sesuai dengan ergonomik operator, agar kenyamanan serta keamanannya terjamin sehingga kinerja mesin panen dapat lebih optimal.

Menurut Masute et al. (2014) mesin pemanen tebu dapat dipergunakan sebagai solusi untuk mengatasi kelangkaan tenaga kerja, karena mesin tersebut tidak dipengaruhi oleh agroekosistem suatu daerah. Sedangkan memanen tebu secara tradisional sangat melelahkan, selain itu tenaga kerja yang dibutuhkan cukup banyak (10 – 14 HOK/ha), hal demikian menyebabkan biaya panen menjadi lebih mahal (Rp500.000,- sampai Rp700.000,- per hektar pada ongkos Rp50.000,-/orang). Oleh karena itu penggunaan mesin pemanen tebu sangat diperlukan untuk menanggulangi permasalahan kelangkaan tenaga kerja maupun tingginya biaya pemanenan tebu (Guterres, 2015). Kinerja mesin ini adalah memotong batang tebu yang siap dipanen, selanjutnya meletakkan potongan tersebut pada sisi kanan mesin. Dengan menggunakan mesin panen ini dapat menghemat tenaga kerja antara 5 sampai 7 orang. Mesin tebang tebu yang dirangkai pada traktor empat roda seperti pada Gambar 7.



Sumber : Foto Pribadi

Gambar 8. Mesin pemanen tebu

7. Kesimpulan

Alat dan mesin pertanian pada budi daya tebu meliputi : (1) mesin pemotong mata tunas, (2) tangki pemanas benih tebu, (3) mesin pengolahan tanah dan penyiangan, (4) mesin pemeliharaan tanaman, dan (5) mesin pemanen tebu. Dengan menggunakan alsin tersebut dapat mengatasi permasalahan kesulitan tenaga kerja sehingga budi daya lebih hemat biaya, serta dapat dilakukan dengan tepat waktu.

8. Daftar Pustaka

- Afifuddin, A, Soelistyono R & Nugroho A. 2014. Peningkatan Pertumbuhan Bibit Bud Chip Batang Bawah Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) melalui Perbedaan Waktu Hot Water Treatment (HWT) dan Pemberian Giberelin. *Jurnal Produksi Tanaman* 2 (7) : 27 – 36.
- Artati, EK & Fadilah. 2007. Pengaruh Kecepatan Putar Pengadukan dan Suhu Operasi pada Ekstraksi Tanin. *Ekulibrium* , 6 (1): 33-38.
- Ashraf, M, Sabir MS, Ahmed M & Younis M. 2005. Effect of Different Tillage System on Bulk Density and Sugarcane Yield. *Pak. J. Life Soc. Sci.* 1(1):69-71.
- Badan Pusat Statistik 2014, *Statistik Tebu Indonesia* 2013, diakses pada 6 Juni 2015. (<http://www.bps.go.id/index.php/publikasi/343>)

- Budiarto. 2013. Mendulang Gula dengan Bud Chips, diakses pada 30 Januari 2016. (<http://www.puslitgula10.com/2013/02/mendulang-gula-dengan-bud-chips.html>)
- Cloutier, DC, Weide, RY, Peruzzi, A, & Leblanc, ML. 2007. Mechanical Weed Management, in Upadhyaya, MK & Blackshaw, RE (ed.), Non-chemical Weed Management. CAB International, pp. 111-134.
- Dhamawardene, MWN. 2006. Trends in Farm Mechanization by Sugarcane Small Land Holders in Sri Lanka. *Sugar Tech* 8 (1) : 16-22.
- Damayanti, T A, Putra LK & Giyanto. 2010. *Hot Water Treatment* of Cutting-cane Infected with Sugarcane Streak Mosaik Virus (SCSMV). *Journal ISSAAS*, 16 (2) :17-25.
- Daryanto, E, 2012. Macam-Macam Pengolahan Lahan, diakses pada 18 April 2016. (<http://www.endrymesuji.com/2012/12/macam-macam-pengolahan-lahan.html>)
- Fatah, GSA, Sunarno. 2014. Hot Water Treatment Tebu Tipe Balitbangtan-1. *Infotek Perkebunan*, 6 (4) : 14.
- Gunawan, AM 2012, Pengembangan Budidaya Tanaman Semusim, diakses 1 April 2016, (<https://www.scribd.com/doc/134931982/Pengembangan-Budi-Daya-Tanaman-Semusim>)
- Gunung Madu Plantation. 2009. Pemeliharaan Tanaman, diakses pada 3 Juni 2015, (<http://www.gunungmadu.co.id/index.php?modul=artikel&id=utama&kodebrt=kultivasi&colvis=false>)
- Guterres, A. 2015. Tingkatkan Produktivitas Gula, PTPN X Dorong Mekanisasi, diakses pada 3 Juni 2015, (<http://www.encycity.co/tingkatkan-produktivitas-gula-ptpn-x-dorong-mekanisasi/>).
- Habiby, MR, Damanik, S & Ginting, J. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman pada Beberapa Pengolahan Tanah Inseptisol dan Pemberian Pupuk Kascing. *Jurnal Agroekoteknologi*, 1 (4) : 1183 – 1194.
- Handaka & Pitoyo, J. 2007. Evaluasi Sifat Fisik Tanah pada Mesin Pemanen Padi Sawah di Sukamandi. *Jurnal Enjiniring Pertanian*, 5 (2) : 81 – 88.
- Hanif, IA, Sutan, SM & Nugroho, WA. 2015. Uji Implemen Bajak Piring (*Disc Plow*) untuk Pengolahan Tanah dengan Menggunakan Traktor. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3 (3) : 372-381.
- Haryuni. 2012. Pengaruh *Trichoderma* sp. dan Lama Pemanasan Mata Tunas (*Bud Chips*) Tebu Terhadap Pertumbuhan Awal Benih Tebu Varietas 864. *Jurnal AGRINEÇA*, 12 (2) : 117 – 129.
- Haryuni. 2015. Pengaruh Perendaman Air Panas dan Dosis *Trichoderma* sp. Terhadap Kualitas Jaringan pada Pertumbuhan Benih Asal Mata Tunas Tebu (*Saccharum officinarum*). *Jurnal Biosaintifika*, 7 (1) : 1 – 7.
- Indrawanto, C, Purnomo, Siswanto, Syakir, M & Rumini, W. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Tebu, ESKA Media, 39 hlm.
- Ismail, Z E. 2009. Soil Response to Tillage Treatments. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America*, 40(4):9-14.
- Julianto. 2015a. *Teknik Pembenihan Tebu Bud Chips*, Tabloid Sinar Tani, Diakses 03 Maret 2016. (<http://tabloidsinartani.com/content/read/teknik-pembenihan-tebu-bud-chips/>)
- Julianto. 2015b. *Modernisasi Pertanian dengan Alsintan*, Tabloid Sinar Tani, diakses 1 April 2016, (<http://tabloidsinartani.com/content/read/modernisasi-pertanian-dengan-alsintan/>)
- Kurniawati, SA & Yamin, M. 2013. Analisis Kebisingan dan Getaran Mekanis pada Mesin Saccof Harvester. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 27 (1) : 35 – 40.
- Lubis, MMR, Mawarni, L & Husni, Y. 2015. Respons Pertumbuhan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) terhadap Pengolahan Tanah pada Dua Kondisi Drainase. *Jurnal Agroekoteknologi*, 3 (1) : 214 – 220.
- Masute, R J, Chaudhari, SS, Khedkar, SS & Deshmukh, BD. 2014. Review Paper on Different Aspects of Sugarcane Harvesting Methods for Optimum Performance. *International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences*, 2 (1) : 52 – 55.

- Meyer, E. 2006. Machinery Systems for Sugarcane Production in South Africa, Seminar Paper. South African Sugarcane Research Institute, Mount Edgecombe, South Australia, 32p.
- Pramuhardi, G. 2013. Potensi Mekanisasi Budidaya Tebu Lahan Kering di Kabupaten Merauke, Provinsi Papua. *Jurnal Mekanisasi*, 22 (2) : 119-135.
- Prasetyo, H. 2013. Produksi Bibit Tebu Metode *Bud Chip*, diakses pada 30 Januari 2016. (<http://www.slideshare.net/Ihza/produksi-bibit-tebu-metode-bud-chip-hariprasetyo-2013>)
- Purlani, E, Pramono, DH, Istiono, H & Subiyakto. 2014. Rancang Bangun Alat “Bud Chips” Tebu. *Infotek Perkebunan*, 6 (6) : 22.
- Rokhman, H, Taryono & Supriyanta. 2014. Jumlah Anakan dan Rendemen Enam Klon Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Asal Bibit Bagal, Mata Ruas Tunggal, dan Mata Tunas Tunggal. *Vegetalika*, 3 (3) : 89 – 96.
- Sains Indonesia. 2014. Mekanisasi Pertanian Solusi Tenaga Kerja, diakses pada 25 Mei 2015, (<http://www.sainsindonesia.co.id/index.php/rubrik/laporan-utama/1137-mekanisasi-pertanian-solusi-tenaga-kerja>).
- Singh, TP & Bhosale, AT 2014, Comparative Performance Evaluation of Different Mechanical Equipment for Weed Control in Sugarcane. *African Journal of Agricultural Research*, 9 (43) : 3226-3232.
- Winarsih, S & Sugiyarta, E. 2009. Pengaruh Perawatan Air Panas dan Antibiotik Terhadap Perkembangan Kultur Pucuk Tebu. *Majalah Penelitian Gula*, 4 (2) : 91 – 100.
- Wirasantika, B, Nugroho, WA & Argo, BW. 2015. Uji Kinerja Traktor Roda Empat Tipe Iseki TG5470 Untuk Pengolahan Tanah dengan Bajak Rotari Pada Lahan Lempung Berpasir. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3 (2) : 148-153.

Pengembangan Industri Gula Berkelanjutan

Sustainable Sugar Industry Development

Hotnida Nainggolan

Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Brawijaya

Telp. 082399471663

e-mail: hotnida.ustj@gmail.com

Abstrak. Tujuan tulisan ini adalah menganalisis strategi pengembangan industri gula di Indonesia yang berkelanjutan, melalui dimensi ekologi, ekonomi, sosial, teknologi, dan hukum dan kelembagaan. Dengan menganalisis faktor pengungkit keberlanjutan dan alternatif kebijakan dalam pengembangan industri gula di masa yang akan datang menjadi salah satu cara untuk mencapai industri gula yang berkelanjutan. Dimensi ekologi, dengan melakukan perbaikan terhadap atribut: kerentanan lahan, pengelolaan masa tanam, peralatan produksi di lapangan, dan inisiatif perluasan lahan. Dimensi ekonomi, melalui perbaikan terhadap atribut: pasar produk industri gula, kemitraan pemasaran, modal kerja dan sumber dana, pemanfaatan limbah, hasil produksi, ketersediaan bahan baku tebu, penghasilan pekerja dan penduduk sekitar, harga bahan baku gula dibanding dengan hasil penjualan dan biaya pemeliharaan mesin-mesin. Dimensi sosial melakukan perbaikan terhadap atribut: penyelenggaraan peringatan hari-hari besar (agama, nasional, penyediaan fasilitas sosial, penyediaan fasilitas umum, kontribusi pabrik terhadap masyarakat, hubungan antar masyarakat, jaringan pengaman sosial, tingkat penyerapan tenaga kerja, dan tingkat pendidikan formal masyarakat. Dimensi Teknologi, melalui: perencanaan mengantisipasi sistem global, peningkatan produktivitas SDM, kolaborasi dengan pihak luar, rencana revitalisasi mesin-mesin produksi, bahan baku untuk perbaikan, teknologi mesin pabrik, teknologi pengolahan limbah, dan tingkat penguasaan teknologi. Dimensi hukum dan kelembagaan: melakukan perbaikan terhadap atribut: kerjasama pengusaha dan masyarakat, sinkronisasi kebijakan industri gula, keterlibatan pemerintah daerah, kerjasama dengan pihak asing, status industri gula, pembinaan dan dukungan kelembagaan dan ketersediaan perangkat hukum.

Kata kunci : berkelanjutan, dimensi, industri gula

Abstract. The purpose of this study is to analyze the strategy of developing a sustainable sugar industry in Indonesia, through ecological, economic, social, technological, and legal and institutional dimensions. By analyzing the factors of sustainability levers and alternative policies in the development of the sugar industry in the future, it becomes one of the ways to achieve a sustainable sugar industry. Ecological dimension, by making improvements to attributes: land vulnerability, management of planting period, production equipment in the field, and initiation of land expansion. The economic dimension, through improvements to attributes: the sugar industry product market, marketing partnerships, working capital and sources of funds, utilization of waste, production of sugarcane raw materials, the income of workers and surrounding residents, sugar raw material prices compared to sales results and maintenance costs machines. The social dimension makes improvements to attributes: organizing commemoration of major holidays (religion, national, provision of social facilities, provision of public facilities, factory contributions to the community, relations between communities, social safety networks, labor absorption rates, and community formal education levels. The Technology Dimension, through planning to anticipate the global system, increasing HR productivity, collaboration with outside parties, revitalization plans

for production machinery, raw materials for repairs, plant machinery technology, waste treatment technology, and level of mastery of technology. Legal and institutional dimensions: doing improvements to attributes: cooperation between employers and the community, synchronization of sugar industry policies, involvement of local government, cooperation with foreign parties, the status of the sugar industry, fostering and institutional support and availability of legal instruments.

Keywords: sustainable, dimension, sugar industry

1. Pendahuluan

Pertumbuhan produksi gula nasional cenderung menurun di tengah melejitnya permintaan konsumsi gula nasional. Berdasarkan data Kementerian Pertanian (2013), produksi gula hanya 2,76 juta ton, sedangkan kebutuhan mencapai 5 juta ton (konsumsi rumah tangga dan industri). Berbagai penyebabnya antara lain anomali iklim, rendemen kecil (dibawah 8%) dan produktivitas rendah (dibawah 80 ton / hektar).

Persoalan klasik dalam pergulaan nasional yang terus mencuat ke permukaan semakin menenggelamkan semangat swasembada gula Indonesia. Betapa tidak, rencana swasembada gula nasional masih saja mandeg di sebuah persimpangan antara kesejahteraan petani tebu dengan impor gula rafinasi. Sejarah telah mencatat, sekitar tahun 1930-an Indonesia mampu menjadi produsen gula terbesar dan menjadi eksportir gula unggulan. Namun, apa yang terjadi saat ini sangatlah berbalik 180 derajat. (Sugar Insight, 2013).

Brazil dan Thailand berkontribusi lebih terhadap perdagangan dunia. Indonesia bila kekurangan gula mengimpor antara lain dari Brazil, Thailand dan China. Disisi lain, WTO memaksa Uni Eropa untuk mengurangi ekspor gula mereka sampai dengan 80%. Hampir 75% produksi gula dunia merupakan hasil perkebunan tebu di zona tropis yang berlokasi di bumi bagian selatan. Produsen gula tebu terkemuka yaitu Brazil, India, China, Thailand, Pakistan dan Mexico. Sisanya diproses dari gula bit yang tumbuh di daerah bersuhu dingin, di bumi bagian utara seperti Perancis, Jerman, USA, Rusia, Ukraina, dan Turki yang merupakan negara-negara produsen terbesar gula bit (Sudrajat, 2010).

Kegagalan peningkatan produksi gula di satu pihak, dan meningkatnya permintaan gula di lain pihak, telah mendorong pemerintah untuk meningkatkan impor gula pasir. Pabrik gula di Jawa merupakan kontributor terbesar dalam produk gula nasional, sementara. Pada skala tebu rakyat, persoalan teknik keprasan yang berulang sampai belasan kali juga menjadi masalah tersendiri karena insentif pendanaan pembongkaran ratun cukup pelik untuk dapat dicerna petani tebu. Disamping itu, basis usahatani tebu semakin tergeser oleh komoditas lain, terutama padi, palawija dan hortikultura yang menghasilkan pendapatan ekonomi tinggi berlipat. (Arifin, 2008).

Berbagai upaya telah dilakukan manajemen perusahaan gula untuk mengembalikan kepercayaan petani terhadap PG. Langkah-langkah tersebut antara lain mencakup penyediaan dana talangan (*bridging financing*) selama gula belum terjual, jaminan rendemen minimum sesuai kualitas tebu, dan potongan harga pembelian benih bagi mereka yang bersedia membongkar keprasan lanjut dan menggantinya dengan varietas baru (bongkar ratun). Persoalan tidak juga selesai mengingat akumulasi semua kegiatan dalam usahatani adalah diperoleh pendapatan dan sisa hasil usaha secara wajar. Tingkat kewajaran bahkan dibandingkan komoditas agribisnis lain kalau ditanam pada lahan sama, apalagi untuk mendapatkan hasil dari tebu diperlukan waktu setahun, sedangkan sejumlah komoditas agribisnis lain hanya 4 bulan. Daya saing menjadi kunci penyelesaian kemelut gula. Kesiadaan para *stakeholders* untuk berperan dan bekerja dengan kontribusi optimal sesuai peran masing-masing dipertaruhkan di sini.

Salah satu penyebab turunnya produktivitas dan rendemen tebu adalah alih fungsi lahan dan menurunnya kesuburan tanah. Menurunnya kinerja industri gula nasional antara lain disebabkan oleh rendahnya produktivitas tebu. Produktivitas ini rendah akibat kurang tersedianya benih tebu unggul. Selama ini, benih yang digunakan petani kebanyakan kurang bermutu akibat dari penurunan kualitas genetik (Mulyono, 2011). Ditambah lagi, kebijakan pemerintah melalui Undang-Undang No.12 tahun 1996 yang pada prinsipnya petani bebas menanam komoditas tertentu, hal ini dapat memperparah kondisi industri gula Indonesia. Kenaikan nilai sewa lahan, harga benih, agro inputs, upah tenaga kerja, panen, dan transportasi sering berjalan lebih cepat dibanding produktivitas. Gula berkualitas tinggi adalah gula rafinasi karena telah melalui proses penyulingan, penyaringan, dan proses pembersihan. Namun, teknologi untuk menghasilkan gula rafinasi belum banyak berkembang di Indonesia (Sugar Insight, 2013).

Menurut Statistik Impor, Badan Pusat Statistik, pasokan gula dunia akan semakin terbatas pada sejumlah kecil negara. Kondisi ini bisa menjadi rawan bila ketergantungan impor gula Indonesia dalam jumlah yang besar. Kecenderungan ini hendaknya dapat menstimulir untuk meningkatkan produksi gula nasional melalui upaya perbaikan produktivitas dan efisiensi dengan sasaran kemandirian dan peningkatan daya saing industri gula nasional dengan prioritas utama pemenuhan kebutuhan di dalam negeri.

Persoalan gula sendiri sudah terlalu kompleks. Secara internal, sebagian besar Pabrik Gula, terutama di Jawa merupakan warisan kolonial. Efisiensi pabrik menjadi faktor kunci, dari sinilah semua material mengandung gula diproses dalam good manufacturing practices. Masih terdapatnya sejumlah PG mengalami kesulitan beroperasi dengan baik akibat minimnya tebu. Selama produktivitas masih di bawah 8,5 ton gula per hektar, memang harga pokok produksi (unit cost) gula pada level petani belum dapat mengimbangi eskalasi biaya produksi. Setelah beberapa PG dibekuperasikan pada awal abad ini, sebagian memang sudah lolos hingga kapasitas terpasang secara bertahap meningkat sejalan bertambahnya bahan baku dari petani dan kecerdasan manajemen mengelola lingkungan.

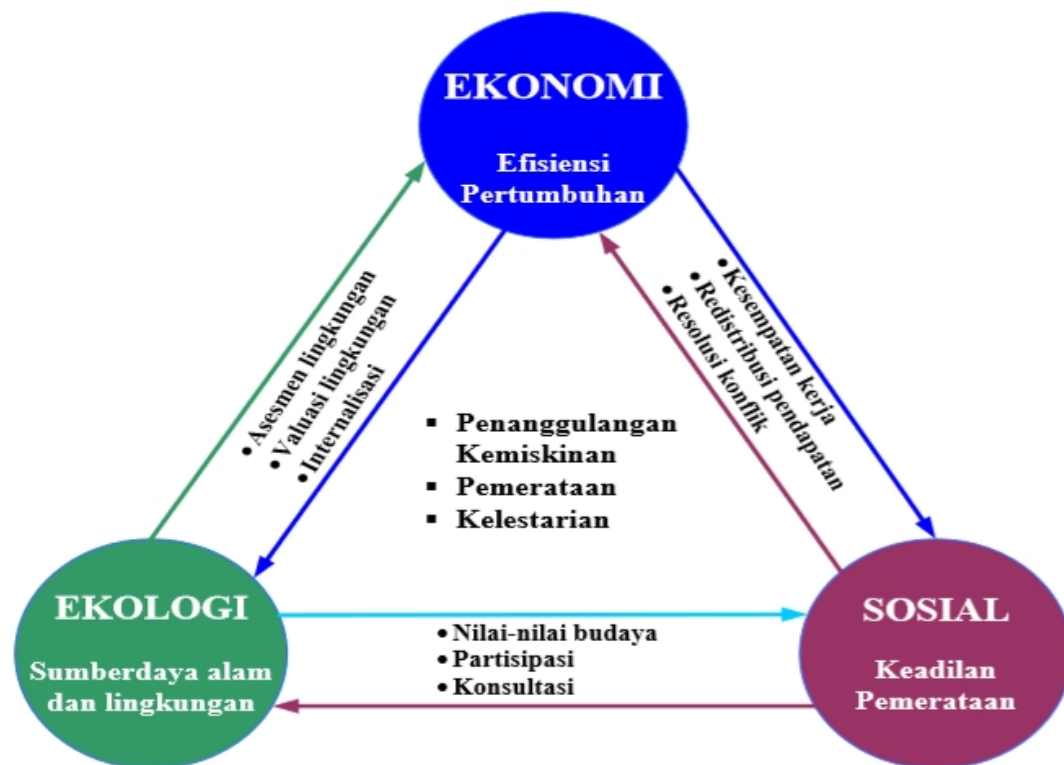
Sampai saat ini kinerja teknis sejumlah PG juga belum terlalu baik, setidaknya dilihat *overall recovery* yang jauh dari angka standar internasional. Penggantian mesin dan peralatan secara berkala sudah dilakukan dengan investasi tidak kecil agar kondisi optimal pabrik tua dapat dikembalikan, tetapi hasil belum sebagaimana diharapkan (Sugar Insight, 2013).

2. Pembangunan Berkelanjutan

World Bank menjabarkan konsep dalam mengoperasionalkan paradigma pembangunan berkelanjutan, dalam bentuk kerangka segitiga pembangunan berkelanjutan (*sustainable development triangle*).

Berkelanjutan secara ekonomi diartikan bahwa suatu kegiatan pembangunan harus dapat membuahkan pertumbuhan ekonomi, pemeliharaan kapital, dan penggunaan sumberdaya serta investasi secara efisien. Berkelanjutan secara ekologi mengandung arti bahwa kegiatan tersebut harus dapat mempertahankan integritas ekosistem, memelihara daya dukung lingkungan, dan konservasi sumberdaya alam termasuk keanekaragaman hayati. Berkelanjutan secara sosial budaya mengandung arti bahwa suatu kegiatan pembangunan harus dapat menciptakan pemerataan hasil-hasil pembangunan, mobilitas sosial budaya, kohesi sosial budaya, partisipasi masyarakat, pemberdayaan masyarakat, identitas sosial budaya, dan pengembangan kelembagaan, sehingga dapat menciptakan rasa aman dan rasa berkeadilan. Hal tersebut diatas sejalan dengan pendapat Roderic dan Meppem (1997), yang mengatakan bahwa untuk mencapai status berkelanjutan diperlukan pengelolaan terhadap (1) Keberlanjutan ekonomi yang mendukung sistem ekologi, (2) Terdapat pembagian distribusi sumberdaya dan kesempatan

antara generasi sekarang dan generasi yang akan datang secara berimbang/adil, dan (3) Terdapat efisiensi dalam pengalokasian sumberdaya.



Produsen gula nasional PT Perkebunan Nusantara XI mengadopsi teknologi pembenihan tebu dari Kolombia dengan model “*single bud planting*” (SBP) atau penanaman tunas tunggal untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan efisiensi penggunaan benih (Sugar Insight, 2013). Bila cara pembenihan konvensional satu hektar kebun benih hanya menghasilkan benih untuk 5 ha areal tebu giling tertanam, dengan model SBP dapat dihasilkan benih untuk kebutuhan 25 ha areal tebu. Uji coba model SBP telah dilakukan PTPN XI pada 2012 dengan hasil sangat meyakinkan.

3. Pembahasan

Upaya Pemerintah mendukung penguatan industri gula nasional berdasarkan RJPP internal RNI 2016-2020 adalah dengan cara: memperluas areal tanaman tebu, melakukan efisiensi dengan memperpendek hari giling /tahun, meningkatkan rendemen tebu, melakukan perbaikan icumsa gula menjadi kualitas *food-grade*, melakukan penataan ulang PG dengan batasan kapasitas minimal 4.000 TCD.

Beberapa Program Pemerintah yang sudah dilakukan dalam menurunkan HPP adalah:

1. Pabrik Pupuk Mix yang didirikan di PG Subang, dan PG Redjo Agung dimanfaatkan oleh kebun tebu dalam upaya penekanan biaya pemupukan.
2. Pabrik Particle Board di Madiun didirikan dengan memanfaatkan limbah Pabrik Gula yakni ampas tebu atau bagasse yang dijadikan sebagai bahan dasar furnitur. Terciptanya value creation di Pabrik Particle Board ini tidak saja hanya telah bernilainya ampas tebu

saja, namun juga terpenuhinya kebutuhan pabrik furnitur akan bahan dasar furnitur yang selama ini mengandalkan particle board berbahan dasar kayu.

3. Pabrik Kampas Rem (PT. Inti Bagas Perkasa) di Cirebon merupakan bagian inovasi atas pemanfaatan ampas tebu menjadi produk kampas rem yang dibutuhkan di pasar after market khususnya di pasar kendaraan angkutan penumpang umum yang memerlukan suku cadang yang murah, berkualitas dan berdaya tahan lama. Kampas Rem ini telah mengantongi hak paten baik untuk merek maupun teknologinya.
4. Pengelolaan ternak sapi di Jatitujuh sebagai upaya pemanfaatan pucuk tebu, merupakan langkah untuk menciptakan mata rantai nilai tambah.
5. Pemanfaatan molases menjadi alkohol. Mengingat kebutuhan produk alkohol dan turunannya seperti ethyl acetate maupun Monosodium glutamat bagi industri dunia masih cukup besar, sementara itu trend dunia untuk mencari bahan energi alternatif dari derivatif alkohol mulai dirintis di beberapa Negara.

Penataan kelembagaan menjadi penting, dengan kemampuan finansial PG semakin terbatas, maka pasokan tebu dari sewa menjadi terbatas pula. Selain itu, kelangsungan pasokan tebu bagi PG akan semakin bergantung pada kebun petani, terutama bagi PG yang tidak mempunyai lahan HGU. Oleh sebab itu, kemitraan yang baik antara PG dengan petani tebu merupakan faktor strategis yang dapat menekan unit cost.

Pembagian peran antara PG dan Petani, PG membantu pendanaan petani untuk mengatasi permasalahan kinerja dari sisi on farm, seperti keterlambatan penyediaan saprota, pemeliharaan kebun, dll. PG melakukan pemeliharaan dan rehabilitasi mesin- mesin sehingga menghasilkan kinerja yang efisien.

Contoh bentuk kemitraan, seperti model kemitraan sewa lahan petani oleh pabrik gula, sistem pembelian tebu petani, sistem kelembagaan yang memungkinkan petani mempunyai sharing kepemilikan dalam pabrik gula, model kerjasama antara petani, pabrik gula dan investor. PG akan melakukan bisnis di bidang on farm, salah satu caranya dengan petani melakukan budi daya dan investor menyediakan pendanaan.

4. Kesimpulan

Beberapa strategi inisiatif yang dapat diberikan untuk pengelolaan industri gula yang berkelanjutan antara lain:

1. Untuk mengatasi ketersediaan lahan dengan melakukan konversi tanaman tahunan menjadi lahan tebu dan melakukan pengalihan hak pengelolaan.
2. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman, dapat dilakukan pengembangan/ pembangunan sarana irigasi, mengoptimalkan masa tanam, memberikan pemupukan berimbang, menggunakan bahan baku tebu dengan varietas unggul, serta mekanisasi.
3. Untuk meningkatkan Efisiensi pabrik gula: melalui *eco-friendly*, otomatisasi, dan Elektrifikasi
4. Hilirisasi Produk Samping, seperti: Bio ethanol, Cogeneration, pupuk cair. Potensi cogeneration ketika produksi tebu BUMN 18,067,917 ton (2015) menjadi 33,221,050 ton (2019) adalah 149 MW menjadi 274 MW.

5. Daftar Pustaka

- Arifin, B. 2008. Ekonomi Swasembada Gula Indonesia. Economic Review No. 211, Maret 2008.
- Mulyono, D. 2011. Kebijakan Pengembangan Industri Benih Tebu Unggul Untuk Menunjang Program Swasembada Gula Nasional. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* Vol. 13, No. 1.
- Prasetyo, B.D. 2017. Menuju Industri Gula Yang Berdaya Saing, Seminar Nasional Agribisnis, Universitas Galuh Ciamis 1 April 2017.
- Sudradjat, H. 2010. Model Pengembangan Industri Gula Berkelanjutan Berbasis Produksi Bersih Dan Partisipasi Masyarakat, Disertasi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sugar Insight, Revitalisasi Industri Gula, Desember 2013, Penerbit: Asosiasi Gula Indonesia (AGI).

LAMPIRAN

JADWAL SEMINAR SEHARI TEBU
Balittas, Malang 15 November 2018

JAM	ACARA	PEMBICARA	MODERATOR/ NOTULEN
8.00-8.30	Registrasi		
8.30-8.45	Do'a Lagu Indonesia Raya	Ir. M. Sholeh Kristiana, SP., MP.	Dewi Utari, SP. (MC)
8.45-9.00	Laporan Ketua Panitia	Ka Panitia	
9.00-9.15	Sambutan sekaligus pembukaan	Kapus/Ka Balai	
	Sambutan	Direktur P3GI	
9.45-10.15	Tea break		
9.15-9.45	Inovasi Teknologi <i>On Farm</i> Pada Tanaman Tebu	Kepala Balittas	Ir. Eka Sugiarta, MS/Aprilia Ridhawati, SP., MP.
10.15-10.45	Status Hama dan Penyakit Serta Pengelolaannya pada Tanaman Tebu di Indonesia	Prof. Dr. Subiyakto Dr. Titiek Yulianti (Balittas)	
10.45-11.15	Metode deteksi <i>Sugarcane Streak Mosaic Virus</i> (SCSMV)	Prof. Dr. Sri Hendrastuti Hidayat (IPB)	
11.15-12.00	Diskusi		
12.00-13.20	ISHOMA		
13.20-13.50	Hama dan Penyakit Penting di Indonesia	Ir. Etik Achardian, MP. (P3GI).	Dr. Titiek Yulianti/ Elda Nurnasari, S.Si., MP.
13.50-14.20	Manajemen, Epidemiologi dan Kehilangan Hasil	Ir. Ari Kristini, MAgr (P3GI)	
14.20- 15.00	Diskusi		
15.00-15.40	Tea break		
15.40-15.50	Pengumuman pemenang poster terbanyak dan poster terbaik	Kepala Balai Prof Subiyakto Dr. Budi Hariyono	Dewi Utari, SP. (MC)
15.50-16.20	Rumusan	Dr. Budi Hariyono	

**DAFTAR PESERTA
SEMINAR SEHARI TEBU
STATUS INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN TEBU**

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT
1	Dr. Ir. Budi Hartoyo, M.P.	BPTP. Jawa Tengah	Jl. Soekarno Hatta, KM. 26 No. 10, Bergas, Kab. Semarang
2	Dra. Maria Anastasia Sri Hartati	Puslit Gula PTPN 10	Puslit Gula PTPN 10. Jengkol Ploso Kidul – Ploso Klaten – Kediri
3	Dr. Aaminatun Munawarti	FMIPA. Universitas Brawijaya	Jl. Veteran Malang
4	Muhammad Riza Pahlevi, S.P., M.M.A.	Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya	Jl. Raya Mojoagung 52, Mojoagung, Jombang
5	Zainol Arifin, S.P. , M.P.	Universitas Tribhuwana Tunggaladewi	Jl. Tlaga Warna Blok C, Tlogomas, Malang
6	Nurmanto, S.P.	PT. Gendhis Multi Manis-Bulog	Jl. Raya Kunduran-Todanan KM.7 Desa Tinapan, Kec. Todanan. Kab. Blora, JaTeng
7	Rifqi Hermawan, S.P.	PTPN XI PG. Assembagoes, Situbondo	Jl. Situbondo-Banyuwangi, Trigonco, Assembagoes, Situbondo
8	Dr. Ir. Titin Sumarni, M.P.	Fak. Pertanian UB	Jl. Veteran Malang
9	Feny Ernawati, S.P.	BBPPTP Surabaya	Jl. Raya Mojoagung 52, Mojoagung, Jombang
10	Achmad Ardiyanto, S.P.	PT. Gendhis Multi Manis-Bulog	Jl. Todanan-Kunduran KM 7, Ds.Tinapan, Kec.Todanan-Blora
11	Ratri Wibawanti, S.P.	Direktorat Perlindungan Perkebunan DITJENBUN	Jl. Harsono RM No. 3, Kanpus, Kementan, Jaksel
12	Rezka Fradzan, S.P.	PT. Pemuka Sakti Manis Indah	Desa Gn Waras Pakuan Ratu, Way Kanan, Lampung, 34672
13	Ir. Setiyono, M.P.	Fakultas Pertanian, Univ Jember	Jl. Kalimantan 37, Jember
14	Yudo Bimo Kuncoro, S.P.	PTPN IX PG RENDENG	Jl. Jendral Sudirman, Kudus
15	Sabar Dwi K, S.P.	PTPN X Puslit Gula	Jengkol Ploso Kidul, Ploso Klaten, Kediri
16	Dr. Luh Putu Suciati, S.P. , M.Si	Agribisnis Fakultas Pertanian, Universitas Jember	Jl. Kalimantan 37, Tegalboto, Jember 68121
17	Febri Yuda Kurniawan	Universitas Gadjah Mada	Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara, Bulaksumur, Depok, Sleman, DIY
18	Fauzana Putri	Fakultas Biologi, UGM	Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara, Bulaksumur, Depok, Sleman, DIY
19	Sugeng Riyanto	Dinas Perkebunan, Prov. JaTim	Jl. Gayung Kebon Sari No. 171, Surabaya

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT
20	Dea Febriansi	Universitas Gadjah Mada	Jl. Teknik Selatan, Sekip Utara, Bulaksumur, Depok, Sleman, DIY
21	Taufan Rahmadi Aj	PG. Tasikmadu	Desa Ngijo, Kecamatan Tasikmadu, Kab. Karanganyar
22	Gatot Wijoseno, S.P.	PT. Perkebunan Nusantara IX, PG Sragi	Jl. Raya Sragi NO. 38 Sragi, Kab. Pekalongan
23	Rio Hendarta, S.P.	PTPN IX PG PANGKA	Desa Pangkah, Kec. Pangkah, Slawi, Kab. Tegal
24	Umami Solikhah, S.P. , M.P.	Agroteknologi, Faperta, Univ Jember	Jl. Kalimantan 37, Tegalboto, Jember 68121
25	Wahyu Syahputra, SST	PTPN VII Distrik Bunga Mayang	Jl. Teuku Umar No. 300
26	Cahyo Hadi Prayogo, S.P. , M.M.	PTPN X PG Pesantren Baru, Kediri	Jl. Maum No.13 Pesantren, Kediri
27	Ulin Nashihul Husna, S.P.	PT. Perkebunan Nusantara IX, PG Meritjan	Jl. Merbabu, Kel. Mrican, Kec. Mojoroto, Kediri
28	Ahmad Holil, S.TP	PTPN X PG Jombang Baru	Jl. PB Sudirman 01 Jombang
29	Yudha Pitra Saputro	PTPN X	PN Ngadiredjo, Kras, Kediri
30	Retno Widawati, S.P.	PTPN VII Distrik Bunga Mayang	Jl. Teuku Umar, Bandar Lampung
31	Nanik Setyaningsih	Puslit Gula PTPN 10	Jengkol, Ploso Klaten, Kediri
32	Alfarina Kardiana Sari, S.P.	Puslit Gula, Jengkol, PTPN X	Dusun Jengkol, Ploso Kidul, Ploso Klaten, Kediri
33	Purnomo Aji	PTPN X Puslit Gula	Dusun Jengkol, Ploso Kidul, Ploso Klaten, Kediri
34	Ir. Sri Lestari Purnamaningsih, M.S.	Fak. Pertanian UB	Jl. Veteran Malang
35	Ir. Eka Sugiyarta, M.S.	Konsultan PTPN X	Jl. Jembatan Merah 3-11, Surabaya
36	Kasno, SE	Dinas Perkebunan, Prov. JaTim	Jl. Gayung Kebon Sari No. 171, Surabaya
37	Arif Sugianto, M.M.	PG PRAJEKAN	Jl. Situbondo Bondowoso, Kec. Prajejan
38	Ir. Bambang Sukrisnanto	PT. Johnlin Batu Mandiri, Sulawesi Tenggara	Watu Watu-Lantari Jaya Bombana-Sultra
39	Dr. Lilik Koesmihartono Putra	P3GI	Jl. Pahlawan 25, Pasuruan
40	Ir. Muhammad Syahrul	PG Takalar	Kab. Takalar, SulSel
41	Ir. H. Burhanuddin. P	PTPN XIV	Jl. Urip Sumoharjo-KM.4-Makassar
42	Roosmarrani Setiawati, S.P. , M.Sc	BBPPTP Surabaya	Jl. Raya Mojoagung 52, Mojoagung, Jombang

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT
43	Karina Inassyiva Rosmala, S.P.	PT. Perkebunan Nusantara XI	Puslit Sukosari, Lumajang
44	Deny Bagus Surendra	PTPN XI Puslit Sukosari	Jl. Merak No.1, Surabaya
45	Achmad Nurul Azhar, S.P.	PG Kedawoeng PTPN XI	Jl. Banyubiru-Ngopak, Kedawung Wetan, Grati
46	Suci Rahayu	PB. Biojes	Jl. Tentara Pelajar No.3A Bogor
47	Ir. As. Dirgantoro	Swasta, PT. Harmony Alam Indonesia	Perum Permata Brantas Kav. 92, Malang Kota
48	Moh. Irawan Nusantara		Di Sawah
49	Dra. Khusnul Khotimah	USAID-Adaptasi Perubahan Iklim dan Ketangguhan	Permata Jingga II G12, Malang
50	Didit Setyaaji	PT. Kebun Tebu Mas	Jl. Raya Babat Jombang KM.25,5. Desa Lamong Rejo-Ngimbang Lamongan
51	Ahmad Zaenal Arifin, S.P.	PTPN X	Jl. Jembatan Merah 3-11, Surabaya
52	Mardianto	Petani	
53	Pramono Sidik, S.P.	PT. Sukses Mantap Sejahtera	Dompu-NTB
54	Ekanti Dewi, S.P.	PG Jatiroto PTPN XI	Jl. Ranu Pakis, Lumajang, Jawa Timur
55	Natalia Tri Astuti, S.Si., M.Si	PTPN XI	Jl. Merak No.1, Surabaya
56	Nanik Tri Ismadi, S.P.	Puslit Sukosari PTPN XI	Jl. Raya Wonorejo Jember KM-9, Lumajang
57	Rois Adil Umar Wijaya, S.P.	PG Pandjie PTPN XI	Jl. Merak No.1, Surabaya
58	Anniesrien Nadiah, S.P.	Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya	Jl. Raya Mojoagung 52, Mojoagung, Jombang
59	Riza Arriba Athi, S.P.	PG SEMBORO PTPN XI	Jl. Renggoagung No.1, Semboro, Jember
60	Hugo Harris Dermawan, M.S.	PT HPI Agro	Wisma 77 Tower 2. Jl. Letjen S Prman Kav.77- Jakarta
61	Mohammad Nur Khozin, S.P., M.P.	Fak. Pertanian Universitas Jember	Jl. Kalimantan 37 Tegal Boto, Sumbersari, Jember
62	Imam Eka S. S.T.	PTPN IX PG. MOJO	Jl. Kyai Mojo No.1 Sragen Kulon, Sragen
63	Nur Fatimah, S.T.P.	Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya	Jl. Raya Mojoagung 52, Mojoagung, Jombang
64	Tri Andari, S.P. , M.P.	Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya	Jl. Raya Mojoagung 52, Mojoagung, Jombang
65	Dwi Indra Kusuma, S.E.	Dinas Tanaman Pangan Holtikultura dan Perkebunan Kab. Malang	Jl. Sumedang 28, Kepanjen, Kab. Malang
66	Basuki, M.Sc.	Puslit Sukosari PTPN XI	Jl. Wonorejo Jatiroto KM.9, Lumajang
67	Wiwit Wicaksono Jati, S.P.	P3GI	Jl. Pahlawan 25, Pasuruan

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT
68	Sylvia Lindawati, S.P.	P3GI	Jl. Pahlawan 25, Pasuruan
69	Muhammad Rasyid Ridla Ranomahera, S.P.	P3GI	Jl. Pahlawan 25, Pasuruan
70	Ir. Irsyad Marandi, M.M.	PTPN XI PG Gending Probolinggo	Desa Sebaung, Kec.Gending, Probolinggo
71	Ir. Paulus Djojo Purnomo	PT. Petro Kimia Kayaku	Jl. A. Yani No. 1, Gresik
72	Mashudiana, S.P.	PTPN X-PG GEMPOLKREP	Desa Gempolkrep, Kec.Gedeg, Kab. Mojokerto
73	Ahmad Shodiq Ali Mubarak, S.T.P.	Pabrik Gula Lestari PTPN X	Desa Ngrambat, Kec. Patian Rono, Nganjuk
74	Sigid Wahyudi, S.P.	PG REDJOSARIE	Jl. Bhayangkara No.5 Rejesari, Kawedanan, Magetan
75	Andika Suminingrum, S.P.	PG Kedawoeng PTPN XI	Jl. Raya Kedawoeng- Kulon Pasuruan, Jatim
76	Ir. Sinar Suryawati, M.Si.	FP UTM Madura	Telang 2 Kamal, Bangkalan
77	Stefanus Drimahardhika, S.P.	PTPN XI	Jl. Merak No.1, Surabaya
78	Hari Subagiyo, S.P.	PTPN XI PG Wonolangan	Desa Kedung Dalam, Kec. Pringu, Kab. Probolinggo, Jatim
79	Ninit Hartatik Kartika, S.P.	PTPN XI PG Pagotan	Jl. Raya Madiun-Ponorogo KM 9, Kab. Madiun
80	Heru Susanto	PT. PG Candi Baru, Sidoarjo	Jl. Raya Candi No. 10, Candi, Sidoarjo
81	Agus Heri Setyo Wahyudi, M.Si.	PTPN XI	Jl. Merak No.1, Surabaya
82	Sri Widati, S.E.	Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan, Kota Malang	Jl. A. Yani Utara No.202, Malang
83	Deddy Praditya S, S.P.	PTPN X PG Modjopanggoong	Desa Sidorejo, Tulungagung
84	Bambang Setiawan, S.P.	PTPN X	Jl. Jembatan Merah 3-11, Surabaya
85	Fauzie Wurdiana, S.P.	PTPN X	PG TJOEKIN JOMBANG
86	Fauzi Al Rosyid, S.P.	PTPN X Pabrik Gula Kremboong	Pabrik Gula Kremboong, Dsn.Krembung, Kec.Krembung, Sidoarjo
87	Sandi Gunawan, S.Si.	Puslit Gula PTPN 10	Dusun Jengkol, Ploso Kidul, Ploso Klaten, Kediri
88	Andik Yuliantoro	Puslit Gula, Jengkol PTPN X	Plosoklaten. Kediri, Jatim
89	Ir. V. Haryanto	PTPN IX	Jl. Ronggowarsito No. 164, Solo
90	Karyani	PT. Kebon Agung UNII PG TRANGKIL	PG TRANGKIL
91	Gatot Sudaryanto	PT. Kebon Agung UNII PG TRANGKIL	Trangkil, Pati

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT
92	Drs. Andi Prestowi	PT. Kebon Agung Surabaya	Jl. Margorejo Kav. 131-132, Surabaya
93	V Windri Suryawati, S.P.	PT. Laju Perdana Indah / PG Komening (LPI) Komening	Site Sungai Balak, Kec. Cempaka, OKUT Surasel
94	Dr. Ir. Nur Edy Suminarti, M.S.	Fak. Pertanian UB	Jl. Veteran Malang
95	Ir. Koesriharti, M.S.	Fak. Pertanian UB	Jl. Veteran Malang
96	Yuliarin Astutik Ningsih	PT. PG Rajawali I, UNIT PG Kreet Baru Malang	Jl. Raya Kreet No.10, Bululawang, Malang
97	Asep Saefullah, S.P.	PT. PG Rajawali I, UNIT PG Kreet Baru Malang	Jl. Raya Kreet No.10, Bululawang, Malang
98	M. Rachmanullah	PT. PG Rajawali I, UNIT PG Kreet Baru Malang	
99	Dr. Destario Metusala, M.Sc.	Kebun Raya Purwodadi-LIPI	Jl. Raya Surabaya-Malang, KM.65, Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur
100	Fauziah, M.Sc.	LIPI-Balai Konservasi Kebun Raya Purwodadi	Jl. Raya Surabaya-Malang, KM.65, Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur
101	Janis Damaiyani, M.Sc.	LIPI-Balai Konservasi Kebun Raya Purwodadi	Jl. Raya Surabaya-Malang, KM.65, Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur
102	Dita Widi Atmaja, S.P.	Puslit Gula, Jengkol PTPN X	Desa Ploso Kidul, Kec Plosoklaten, Kediri
103	Heri Kuntarto, S.P.	PG Jatiroto PTPN XI	Jl. Jatiroto, Lumajang
104	Prof. Dr. Subiyakto, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
105	Ir. Budi Santoso, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
106	Prof. Nurindah, Ph.D	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
107	Ir. I Gusti Agung Ayu Indrayani, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
108	Ir. Fitriiningdyah. TK., M.S.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
109	Dr. Bambang Heliyanto, M.Sc.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
110	Ir. Joko Hartono	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
111	Dr. Ir. Rully Dyah Purwati, M.Phil.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
112	Ir. Anik Herwati, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
113	Djajadi, M.Sc., Ph.D.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
114	Dwi Adi Sunarto, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
115	Titiek Yulianti, M.Ag.Sc, Ph.D.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT
116	Dr. Djumali, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
117	Untung Setyobudi, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
118	Prima Diarini Riajaya, M.Phil	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
119	Ir. Mochammad Sholeh	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
120	Dr. Budi Hariyono, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
121	Teger Basuki, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
122	Ir. Fatkhur Rochman	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
123	RR Erna Nurdjajati, M.Sc.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
124	Dr. Sesanti Basuki, M.Phil.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
125	Dr. Marjani, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
126	Cece Suhara, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
127	Gatot Suharto Abdul Fatah, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
128	Mochammad Machfud, SIP	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
129	Sujak, S.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
130	Ir. Lestari	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
131	Dr. Mohammad Cholid, M.Sc	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
132	Ir. Sri Yulaikah	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
133	Moch Machfud, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
134	Sri Mulyaningsih	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
135	Priyono, S.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
136	Lia Verona, SE, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
137	Edi Purlani, S.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
138	Sri Adikadarsih, S.P. M.Sc	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
139	Ruly Hamida, S.Si.M.Sc	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
140	Sulis Nur Hidayati, S.P. M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang

NO	NAMA	INSTANSI	ALAMAT
141	Abdurrahman, S.P. M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
142	Ahmad Dhiaul Khuluq, S.T.P., M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
143	Parnidi, M.Si.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
144	Heri Prabowo, S.Si., M.Sc.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
145	Roni Syaputra, S.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
146	Tantri Dyah Ayu Anggraeni, S.P., M.Sc.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
147	Aprilia Ridhawati, M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
148	Yoga Angangga Yogi, S.T.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
149	Elda Nurnasari, S, Si. M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
150	Mala Murianingrum, S.P. M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
151	Suminar Diyah Nugraheni, S.T.P	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
152	Arini Hidayati Jamil, S.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang
153	Kristiana Sri Wijayanti, S.P., M.P.	Balittas	Jl. Raya Karangploso KM 4 Malang

**SUSUNAN PANITIA
SEMINAR SEHARI TEBU
STATUS DAN INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN TEBU**

Ketua	: Heri Prabowo, SSi., M.Sc.
Wakil Ketua	: Dra. Esti Sunaryuni
Sekretaris	: Kristiana Sri Wijayanti, S.P., MP. dan Nunik Eka Diana, S.P.
Bendahara	: Sucipto dan Agus Salim
Seksi Makalah & Publikasi	: Ir. Cece Suhara, M.P., Syaiful Bahri dan Achmad Dwi Harya, Miatun, S.P., Hasanudin, A.Md.
Seksi Persidangan & Publikasi	: Supriyadi S.P., Sadta Yoga, S.E, dan Yusnu Haryono, Heri Istiana, S.P., Edi Purlani, S.P., Utari, S.P. (MC)
Seksi Perlengkapan, Registrasi, dan Keamanan	: Ir. Supriyono, Mahfud, S.IP, Moh Afiffudin, A.Md, Elda Nurnasari, S.Si., M.P., Agnestyan Putri Ilmawati, S.E, Aprilia Ridhawati, S.P., M.P.
Konsumsi	: Sri Martini
Seksi Transportasi	: Andreas Sugiantoro

Tim Perumus:

Dr. Budi Hariyono

Ir. Titiek Yulianti M.Agr.Sc. Ph.D

Drs. Dwi Adi Sunarto, M.P.



ISBN 978-979-17503-6-3

